



Instituto Politécnico de Tomar

Escola Superior de Tecnologias de Tomar

Cláudio Jorge Miguel Sebastião

PROJEÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CARREGADORES PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS

Relatório de Estágio na Magnum Cap – Electrical Power Solutions

Orientado por:

Doutor Mário Gomes - Instituto Politécnico de Tomar

Engenheiro Domingos Bento – Magnum Cap

Relatório de Estágio
apresentado ao Instituto Politécnico de Tomar
para cumprimento dos requisitos necessários
à obtenção do grau de Mestre em Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Dedico este trabalho à minha família...

RESUMO

O presente relatório de mestrado representa o culminar de um longo percurso académico iniciado em 2009 com o ingresso na Licenciatura em Engenharia Eletrotecnia e de Computadores e que se concluí agora com o término do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica com especialização no ramo de Controlo e Eletrotécnica Industrial. O resultado desta operação descreve o que foi realizado, através da reflexão crítica dos objetivos gerais e específicos traçados, bem como a visibilidade às atividades desenvolvidas, relatando as situações/problemas encontrados, referindo as estratégias sugeridas para a sua resolução, assim como descreve as capacidades adquiridas. O estágio visou no desenvolvimento de competências na área da eletrotecnia na empresa Magnum Cap. Ao estagiar numa empresa de produção de pontos de carga para veículos elétricos levou-me a compreender que a mobilidade elétrica será o meio de transporte no futuro. Será através da associação dos veículos elétricos com as energias renováveis que surgirá as *SmartGrid* e *SmartPark*. As limitações da mobilidade elétrica são reais devido às baterias dos veículos elétricos serem ainda de reduzida capacidade. Estagiar numa pequena empresa permitiu-me mobilizar/adquirir conhecimentos e competências nas seguintes áreas: micro soldadura, programação, manutenção e produção. A metodologia escolhida para a realização deste trabalho baseia-se no método descritivo e analítico através da reflexão e exposição das diferentes atividades realizadas, confrontando-as com as atividades propostas no Projeto de Estágio. Este estágio permitiu-me ter uma atitude proactiva, por forma a ter reconhecimento de problemas e investindo na resolução dos mesmos, demonstrando-se de uma forma global as competências adquiridas, sua importância e relevância para o perfeito desempenho da função de Engenheiro Eletrotécnico.

Palavras-chaves: Veículos Elétricos, Mobilidade elétrica, Pontos de Carregamento, *SmartGrid*, Energias Renováveis.

ABSTRACT

This master's report represents the culmination of a long academic journey started in 2009 entering into Electrical and Computer Engineering, which is now complete with the conclusion of the Master in the same area with specialization in the field of Industrial Control and Electrical Engineering. The result of this operation describes what has been achieved through critical reflection of the basic and specific objectives set and the visibility to the activities undertaken, reporting situations/problems found in reference to the solving strategies, as well as it describes the capabilities acquired. The internship's aim was developing skills in the area of electrical engineering at the company Magnum Cap. By interning at a production company of load points for electric vehicles has led me to understand that electric mobility will be the way of transport of the future. It is through electric vehicles and renewable energy that will create the culmination of SmartGrid and SmartPark in the near future. The limitations of electric mobility are real due to the batteries of electric vehicles having limited capacity. Interning in this company provided me to realize the dynamics of a private company, allowing me to mobilize / acquire knowledge and competences in the area: micro welding, programming, maintenance and production. The methodology chosen for this work is based on the descriptive and analytical method through reflection and display of different activities, confronting them with the activities proposed in the internship proposal. With this work and with a proactive attitude, problem recognition and investing in their resolutions, were demonstrated in a comprehensive manner of skills acquired, its importance and relevance to the perfect performance of the function of an Electrotechnic Engineer.

Key Words: Electric Vehicles, Electric Mobility, Load Points, SmartGrid, Renewable Energy.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE TABELAS	ii
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS	iii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Breve introdução Magnum Cap	2
1.1.1- Cultura da empresa	2
1.1.2- Organigrama da Magnum Cap	3
1.1.3- Localização	4
1.2. Objetivos	5
1.3. Resumo das Atividades Desenvolvidas	5
2. MOBILIDADE ELÉCTRICA	7
2.1. História do Veículo Elétrico	7
2.2. Veículo Elétrico	8
2.3. Arquitetura dos Veículos Elétricos	9
2.4. Veículos Elétricos Híbrido	10
2.5. A Mobilidade Elétrica a nível Europeu	11
2.6. A Mobilidade Elétrica em Portugal	14
2.7. Vantagens e Desvantagens dos Veículos Elétricos	16
2.8. Incentivos à Mobilidade Elétrica	18
2.9. Carregamento de Veículos Elétricos	18
2.9.1. Rapidez da operação	20
2.9.1.1. Carga lenta (em AC)	20
2.9.1.2. Carga semi-rápida (em AC)	20
2.9.1.3. Carga rápida (em DC)	21
2.9.2. Modo 1	21
2.9.3. Modo 2	22
2.9.4. Modo 3	23
2.9.4.1. Tipos de Tomada para Modo 3	24
2.9.5. Modo 4	25
2.9.6. Carregamento por Indução	27
2.10. Veículo ligado à rede elétrica	27
2.11. <i>SmartGrid</i> em Portugal – InovGrid	28
3. PRODUTOS PRODUZIDOS PELA MAGNUM CAP	31
3.1. Easybox	31
3.2. Wallbox	31
3.3. Carregador MCC	32
3.4. Carregador MCR	33
3.5. Carregador MCR 63	34
3.6. Carregador MCQC	34

4.	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	37
4.1.	Produção de Carregadores para Macau	37
4.2.	Conceção de uma Wallbox	38
4.3.	Conceção de uma EasyBox	38
4.4.	Conceção de um MCC	39
4.4.1.	Constituintes de um MCC	41
4.5.	Conceção de um MCR	42
4.5.1.	Procedimento de carga	44
4.6.	Conceção de um carregador MC Quick Charge	44
4.7.	Micro Soldadura	45
4.8.	Micro Soldadura e Calibração de uma Modo 3	46
4.8.1.	Reparação da versão antiga das placas modo 3	48
4.9.	Instalação Elétrica de uma pequena sala de apoio	49
4.10.	Codificação da referência dos equipamentos produzidos	49
4.11.	Produção de Carregadores para o Brasil	51
4.12.	Implementação da Norma ISO 9001	53
4.12.1.	Auditoria de certificação da Magnum Cap	54
4.13.	Projeto em Solidworks	55
4.14.	Acompanhamento de uma manutenção	56
4.15.	Acompanhamento de uma instalação ao domicílio	57
4.16.	Projeto do inversor	58
5.	CONCLUSÕES	63
6.	BIBLIOGRAFIA	65
	ANEXOS	69
	Anexo I - Processo de fabricação de um MCR	70
	Anexo II - Processo de Fabricação de um WallBox	72
	Anexo III - Processo de Fabricação de uma MCC	73
	Anexo IV – Disposição da área de trabalho	74
	Anexo V – Diagrama de Gantt	75
	Anexo VI – Código em C	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Organigrama da Magnum Cap	3
Figura 2 - Localização das Instalações	4
Figura 3 - Subsistema de um BEV[6].	10
Figura 4 - Estratégia da Mobilidade Elétrica na Europa [12]	13
Figura 5 - Rede de Municípios para Mobilidade Elétrica [14].	14
Figura 6 - Comparação entre veículo elétrico e veículo a gasolina [17].	18
Figura 7 – Modo 1 de Carregamento [20].	21
Figura 8 - Modo 2 de Carregamento [20].	22
Figura 9 - Modo 3 de Carregamento [20].	23
Figura 10 - Tomada "Yazaki" [21].	24
Figura 11 - Tomada “Mennekes” [22].	24
Figura 12 – Tomada “Scame” [23]	25
Figura 13 - Modo 4 de Carregamento [20].	25
Figura 14 - Tomada Chademo [24].	26
Figura 15 - Tomada Combo [25].	26
Figura 16 – SmartPark [31].	30
Figura 17 – EasyBox [20].	31
Figura 18 - WallBox [20].	32
Figura 19 - MCC com Satellite [20].	33
Figura 20 – MCR – Carregador (All in one) [20].	33
Figura 21 – MCR 63 [20].	34
Figura 22 - MCQC - Quick Charging Chademo/Combo [20].	35
Figura 23 - Encomenda para Macau. Fotografia tirada em 06-12-2013.	37
Figura 24 – Wallbox, fases de montagem. Fotografia tirada em 19-02-2014.	38
Figura 25 – EasyBox. Fotografia tirada em 31-01-2013.	39
Figura 26 - MCC, Partes da estação de Carregamento. Fotografia tirada em 18-07-2014.	40
Figura 27 - Satélite (Esquerda), Estrutura do Satélite (Centro), Conjunto MCC (Direita). Fotografia tirada em 31-03-2014.	41
Figura 28 - Quadro elétrico 16 A (Esquerda) e 32 A (Direita). Fotografia tirada em 13-12-2013.	42
Figura 29 - MCR, partes da estação de carregamento.	43
Figura 30 - Parte interior do MCRQC. Fotografia tirada em 15-1-2014.	45
Figura 31 - PCB's. Fotografia tirada em 03-02-2014.	45
Figura 32 - Matriz com Modo 3 em PCB. Fotografia tirada em 22-05-2014.	46
Figura 33 - Lupa eletrónica. Fotografia tirada em 22-05-2014.	46
Figura 34 - Tipo de Onda da Modo 3 (Esquerda), Bancada de Teste (Direita). Fotografia tirada em 19-03-2014.	48
Figura 35 - LM1575 (Esquerda) e Modo 3 antiga (Direita). Fotografia tirada em 25-07-2014.	49
Figura 36 - Número de Serie. Fotografia tirada em 25-07-2014.	51
Figura 37 - Estruturas dos MCR. Fotografia tirada em 23-04-2014.	52
Figura 38 - Quadros elétricos (Esquerda), Conjunto de cabos para Quadro elétricos (Direita). Fotografia tirada em 23-04-2014.	53
Figura 39 - Quadro elétrico com etiquetas (esquerda), produção das Wallbox (direita). Fotografia tirada em 23-04-2014.	53
Figura 40 - Peças metálicas em Solidworks.	55
Figura 41 - Acompanhamento há manutenção. Fotografia tirada em 23-05-2014.	56
Figura 42 - Instalação de uma EasyBox. Fotografia tirada em 23-05-2014.	57
Figura 43 - RS232C (Esquerda) e Placa de comunicação do inversor (Direita). Fotografia tirada em 25-07-2014.	58
Figura 44- Código de 'sscanf'	60
Figura 45 - Leitura de valores do Inversor	60
Figura 46 – Inversor. Fotografia tirada em 25-07-2014.	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Modos de funcionamento referentes à Norma IEC 62196	20
Tabela 2 – Implementação da InovCity	29
Tabela 3 - Processo de Teste Modo 3 - Normal Charge	47
Tabela 4 - Comandos de Comunicação	59

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

€ - Moeda Euro
3G – Terceira geração de comunicação móvel
A – Ampère
AC- Corrente Alternada
BEV – Battery Electric Vehicle
BMS - Sistema de Gestão da Carga da Bateria
CEM – Companhia de Eletricidade de Macau
CMD – Promp de Comando
DC- Corrente Continua
Eng.º- Engenheiro
EUA – Estados Unidos da América
GEE- Gás com Efeito de Estufa
I&T – Tecnologia da Informação
ICCB – Control Box
In – Corrente nominal
IRC – Imposto sobre o Rendimento das Pessoas Coletivas
ISO - International Organization for Standardization
ISV – Imposto Sobre Veículos
IUC – Imposto Único de Circulação
Km – Quilometro
KW- Kilowatt
mA – Miliamperes
MCI – Motor de combustão interna
MERGE – Mobile Energy Resources for Grids of Electricity
Min – Minuto
MISRA C – Motor Industry Software Reliability Association
OS – Sistema Operativo
PCB – Printed circuit board
PCB- Printed circuit board
RC – Recursos Humanos
RFID- Radio Frequency Identification
SETIS- European Initiative on Smart Cities
SGORME - Sociedade Gestora de Operações da Rede de Mobilidade Elétrica
STI – Sistemas de transporte inteligentes
TFT – Thin film transistor
UE – União Europeia
UPS- Uninterruptible power supply
V- Volt
V2G – Veículo para a rede
VE- Veiculo elétrico
VEH – Veículo elétrico Híbrido

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório surge na sequência dos estudos do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica no ramo de Controlo e Eletrónica Industrial no âmbito da formação prática, ministrado pelo Instituto Politécnico de Tomar e conta com a orientação do Doutor Mário Gomes, Docente do Instituto Politécnico de Tomar e do Eng.º Domingos Bento, Engenheiro Eletrotécnico da Magnum Cap.

O estágio foi realizado na empresa Magnum Cap, Electrical Power Solution com a data de início a 26 de Novembro de 2013 até 31 de Julho de 2014. Durante este período, foi proposto a integração no Departamento de Desenvolvimento e de Produção da empresa. Estes departamentos têm como base o desenvolvimento na área da eletrónica, sendo um mais focado na investigação e o outro na produção. Foi com esse intuito que escolhi a empresa para estagiar. É importante adquirir e desenvolver experiências no âmbito da eletrotecnia.

Entre estes nove meses foi-me igualmente permitido propor soluções aos diversos problemas e situações que surgiram desde da produção ao desenvolvimento. Tive oportunidade de elaborar ferramentas para o auxílio de tarefas realizadas na produção, tendo tido oportunidade de demonstrar alguns dos conhecimentos adquiridos durante a minha formação académica.

Desta forma, nos últimos meses de estágio na empresa deparei-me inserido no cargo responsável por alguns aspetos de supervisionamento de qualidade dos equipamentos bem como responsável pela finalização destes, conjuntamente com o meu orientador de estágio.

Com este relatório pretendo não só demonstrar o que por mim foi praticado durante o estágio mas principalmente o porquê da utilização de carros elétricos na sociedade e demonstrar que a mobilidade elétrica apresenta um futuro promissor.

1.1. Breve introdução Magnum Cap

A Magnum Cap é uma empresa focada no desenvolvimento de equipamentos eletrónicos de potência para o controlo e gestão de energia. O principal objetivo atual é a fabricação de pontos de carga para veículos elétricos (VE). A empresa tem capacidade para desenvolver soluções de gestão de energia, criação e utilização de mecanismo que utilizam energia renovável e redes inteligentes chamadas *SmartGrid*¹.

Fundada em 2011, pelo Engenheiro José Henriques e com o objetivo de marcar a diferença, a Magnum Cap iniciou a sua atividade no setor da energia e no setor da mobilidade elétrica. Ao pertencer ao grupo da Martifer complementam-se com negócios na área da fabricação de equipamentos de energia e produção de energia renovável para a utilização nos veículos elétricos.

Enquanto grupo Martifer / Prio Energy Group, a Magnum Cap tem como objetivo proporcionar um ambiente de colaboração e inovação em torno da área da mobilidade elétrica. Através do grupo, a Magnum Cap beneficia de todo o conhecimento e experiências em torno da produção de energia renovável, no desenvolvimento de equipamentos de carga para VE, no fornecimento de energia para a mobilidade elétrica e sistema de operação de carregamento, estando todas as empresas em prólogo da mobilidade elétrica.

1.1.1- Cultura da empresa

O objetivo da Magnum Cap é apresentar soluções para o carregamento dos veículos elétricos com a adoção de energias limpas. Através do desenvolvimento de soluções de carregamento inteligentes e a integração de energias renováveis visa transmitir aos seus clientes que cada vez menos o futuro dependerá de combustíveis fósseis para meio de transporte e que devemos cada vez mais abraçar a ideia de utilização dos veículos elétricos. A visão da empresa em relação ao cliente é de ser reconhecida internacionalmente por ter conhecimentos e soluções inteligentes, mas também pelo seus trabalhadores, na sua atitude para superar as expectativas do cliente e paixão para promover a adoção de energia renovável.

¹ *SmartGrid* é um conceito de rede elétrica que incorpora comunicação avançada e tecnologias de informação para criar inteligência na rede e fornecer informações em tempo real dos consumos.

Os valores apresentados nos próximos tópicos representam a qualidade do nosso serviço como empresa e no qual me foram transmitidos como estagiário.

- Satisfação Total: Trabalhar para que as nossas atividades exceda a expectativa dos clientes, acionistas e funcionários.
- Qualidade e Inovação: Atender de forma confiável, acessível, segura e no tempo adequado às necessidades do cliente. Desenvolver produtos de alto padrão de qualidade e altamente confiável. Concentrando-se no desenvolvimento de novos produtos e soluções, a fim de antecipar as necessidades dos clientes. Utilizando um *design* atraente em todos os produtos fabricados.
- Desenvolvimento: Promover a evolução contínua dos funcionários. Reconhecer que as pessoas são importantes para o sucesso da empresa e a qualidade dos serviços e produtos desenvolvidos.
- Compromisso dos objetivos: atuar de forma responsável e consciente sendo que a participação de cada um é fundamental para o sucesso dos negócios e para atingir os objetivos estabelecidos.
- Sustentabilidade: Satisfazer as necessidades reais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades.

1.1.2- Organograma da Magnum Cap

Atualmente a Magnum Cap está organizada em Departamentos por especialidade como mostra o organograma da figura 1.

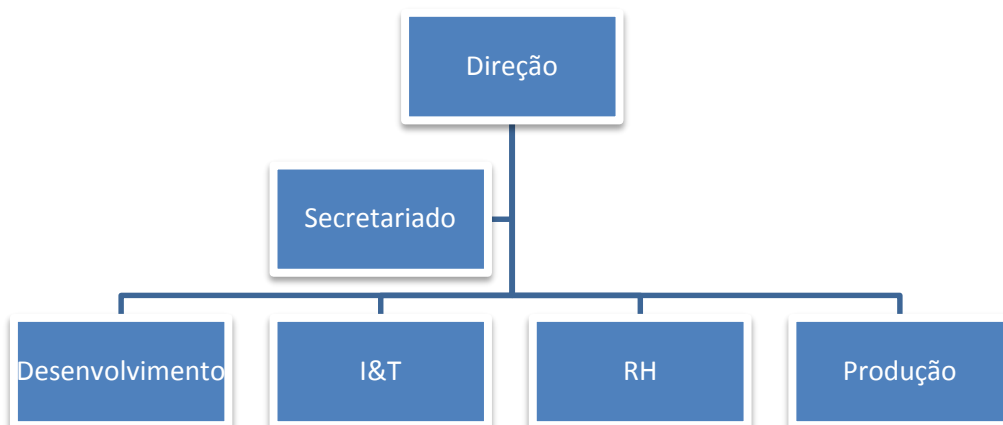


Figura 1 - Organograma da Magnum Cap

Os recursos humanos disponíveis na empresa são de 14 colaboradores no qual cinco são estagiários, quatro Engenheiros Eletrotécnicos, dois Engenheiro das Tecnologias da Comunicação, um Engenheiro Informático, um Engenheiro de Processos e um colaborador pertencente ao Recurso Humano.

1.1.3- Localização

A empresa Magnum Cap localiza-se na cidade de Aveiro, concretamente na zona industrial da Taboeira, tendo um escritório de apoio em Lisboa. Na figura 2 é apresentada algumas imagens onde se pode observar a localização da empresa no mapa da Beira Litoral.



Figura 2 - Localização das Instalações

Contactos da empresa

- Zona Industrial da Taboeira Lote 2, 3800-055 Aveiro
- N40.647945 |W8.608198
- +351 234 248 100
- geral@magnumcap.com
- www.magnumcap.com

1.2. Objetivos

Aprofundar e desenvolver capacidades teóricas, práticos e de investigação é uma forma de apresentar o potencial de promoção de um Engenheiro no trabalho. Com a formação contínua baseado na aquisição de conhecimentos é importante desenvolver as competências adquiridas ao estagiar numa empresa, ficando assim bem preparado para o mundo do trabalho.

Durante o período de estágio, desenvolveu-se diversos projetos com o intuito de analisar e explorar as tecnologias de carregadores para veículos elétricos, bem como a perceção da produção de um carregador e seus afins.

Inicialmente houve um pequeno período de adaptação e integração na Magnum Cap e posteriormente o desenvolvimento de projetos. O estágio não conta com objetivos específicos pré-definidos mas sim, com propostas de atividades ao longo do estágio que foram realizadas. Estas atividades serão apresentadas ao longo do relatório. A única atividade proposta e conversada com o Eng.º José Henriques no início do estágio foi a realização de um programa de intercalação entre o inversor da empresa com um programa gráfico produzido por um colaborador. Este consiste em apresentar valores medidos em tempo real da energia fornecida pelos painéis fotovoltaicos.

Desta forma, tentou-se cumprir os requisitos pretendidos com o estágio curricular, ao preparar os estudantes para uma melhor integração no mercado de trabalho.

1.3. Resumo das Atividades Desenvolvidas

As atividades desenvolvidas durante o estágio foram supervisionadas pelo Eng.º Domingos Bento que teve o auxílio de outros Engenheiros que fazem parte da sua equipa de trabalho.

O estágio teve cerca de 1400 horas de duração no período de 26 de novembro de 2014 a 31 de julho de 2014, com o horário de funcionamento das 9 horas até as 18 horas com uma hora de almoço.

As atividades realizadas ao longo do estágio foram as seguintes:

- Produção de Carregadores para Macau.

- Conceção de um carregador do formato de WallBox, que consiste num posto de carregamento fixado na parede no qual contém duas tomadas.
- Conceção de um carregador EasyBox, que consiste num posto de carregamento unicamente para um veículo e exclusivo para o domicílio.
- Conceção de um carregador do tipo MCC (Quiosque e Satélite).
- Conceção de um carregador do tipo MCR.
- Conceção de um carregador MC Quick Charge.
- Micro Soldadura.
- Conceção e reparação de placas eletrónicas do tipo Modo 3.
- Instalação Elétrica de uma pequena sala de apoio à produção.
- Números de série do equipamento.
- Alinhamento e produção da encomenda de carregadores para o Brasil.
- Implementação da Norma ISO9001.
- Desenho de peças em Solidworks.
- Acompanhamento a uma manutenção.
- Acompanhamento de uma instalação de um carregador.
- Projeto referente ao inversor.

As atividades descritas serão explicadas ao pormenor no capítulo 4. As atividades realizadas como já havia sido descrito anteriormente foram surgindo consoante a necessidade da empresa e consoante as prioridades estabelecidas pelo orientador. Estas atividades apresentadas podem-se agrupar em dois tópicos. No primeiro, encontram-se todas as atividades para conhecer o funcionamento da empresa, conhecer a metodologia de produção dos carregadores e na integração no grupo de trabalho. O segundo tópico estão todas as atividades realizadas em prólogo da produção dos carregadores. Este último tópico as atividades realizadas requeria uma maior responsabilidade no desenvolvimento destas.

2. MOBILIDADE ELÉCTRICA

A mobilidade elétrica constitui uma solução de mobilidade terrestre que assegura a deslocação com impactos reduzidos no meio ambiente, possibilitando o ser Humano a um constante desenvolvimento e progresso na sociedade. Com a crescente dependência do petróleo e pelo impacto ambiental que daí resulta, houve necessidade de criar um novo paradigma da mobilidade.

Pretende-se com a mobilidade elétrica a redução das emissões de CO₂, melhorar a qualidade do ar e reduzir a dependência energética no geral. A par disto, a aposta na mobilidade elétrica visa estimular a criação de novos modelos de negócio associados ao *cluster* da mobilidade, bem como potenciar o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de gestão de rede, das infraestruturas energéticas e dos componentes automóveis, como baterias, materiais leves e recicláveis.

2.1. História do Veículo Elétrico

A descoberta da bateria e do motor elétrico são anteriores à do motor de combustão interna (MCI). A invenção do VE é atribuída a várias pessoas. Desde de Faraday² que publicou um trabalho que chamou “rotação eletromagnética”, Anyos Jedlik³ que inventou um motor elétrico rudimentar em 1828, a Thomas Davenport⁴ que inventou o primeiro motor elétrico corrente contínua (DC) e posteriormente recebeu a primeira patente americana de um motor elétrico em 1837. Davenport aplicou o seu motor num pequeno veículo, que se movia numa pista circular eletrificada [1].

Em 1835, Sibrandus Stratingh⁵ e Christopher Becker, inventaram um veículo de pequena escala, alimentado por baterias não recarregáveis, em 1881, William Ayrton⁶ e John Perry⁷ construíram o primeiro triciclo elétrico que usava dez células de Planté em série, tinha uma autonomia entre 10 a 25 km e uma velocidade máxima de 9km/h [2].

² Michael Faraday (Newington, Surrey, 22 de Setembro de 1791 - Hampton Court, 25 de Agosto de 1867) foi um físico e químico inglês.

³ Stephen Anyos Jedlik (11 Janeiro 1800 - 13 de Dezembro de 1895) foi um inventor, engenheiro e físico húngaro.

⁴ Thomas Davenport (09 de Julho de 1802 - 6 de Julho de 1851) foi um ferreiro.

⁵ Stratingh Sibrandus (09 Abril 1785 - 15 Fevereiro 1841) foi um professor e inventor.

⁶ William Edward Ayrton (14 de Setembro de 1847 - 8 de Novembro de 1908) foi um físico e engenheiro elétrico Inglês.

⁷ John Perry (14 de Fevereiro de 1850 - 1920) foi um pioneiro engenheiro e matemático da Irlanda.

Em 1884, Thomas Parker⁸ desenvolveu um veículo elétrico de quatro rodas parecido com uma carruagem sem cavalos. A barreira dos 100km/h foi quebrada por um veículo chamado “Le Jamais Contenté”.

Loius Antoine Krieger, criou em 1903 um veículo híbrido paralelo a gasolina, no qual o veículo tinha um motor em cada roda dianteira com um segundo conjunto de enrolamentos paralelos para efetuar travagem regenerativa, sendo a energia produzida armazenada numa bateria para posteriormente alimentar o moto [4].

O VE teve alguma procura por parte de algumas empresas na fabricação deste, até a última década do século XIX, mas as limitações associadas às baterias e o rápido desenvolvimento dos MCI, fizeram com que estes acabassem por desaparecer. No início dos anos 70, durante a crise energética, o interesse neste tipo de veículo voltou, apesar dos avanços tecnológicos associados às baterias e à eletrónica de potência, os obstáculos à comercialização do VE manteve-se [5].

2.2. Veículo Elétrico

Designa-se por veículo elétrico um veículo que utiliza na sua propulsão um ou mais motores elétricos alimentados por células de combustível a Hidrogénio ou por baterias recarregáveis.

Dentro dos veículos elétricos existe dois tipos: o veículo 100% elétrico que é apenas constituído por um ou mais motores elétricos e o veículo elétrico que contém um gerador de combustão interna para carregar as baterias sempre que é necessário aumentar o alcance destas. Neste caso o condutor do veículo poderá colocar o gerador em funcionamento em qualquer ocasião até mesmo com o carro em andamento.

Existem diferentes arquiteturas na conceção de um VE, desde com um único motor elétrico, um motor elétrico no eixo dianteiro, um motor elétrico no eixo traseiro e até um motor elétrico em cada roda.

As limitações dos VEs ainda permanecem nos dias de hoje. O VE é tipicamente um veículo pequeno, leve e alimentado por baterias, que são carregados pela rede e por

⁸ Thomas Parker (1843-1916) foi um engenheiro mecânico em Manchester no qual introduziu-o a primeira locomotiva elétrica na British railway.

travagem regenerativa. São essencialmente utilizados para deslocações curtas e para uma condução citadina.

Os veículos elétricos são os únicos que têm emissões zero na sua utilização, podendo serem chamados integralmente "zero emissões" se a eletricidade utilizada for obtida a partir de fontes renováveis. São também caracterizados por terem um alto desempenho energético, silenciosos, baixa autonomia, custo elevado, tempo de recarga elevado. Muitas destas razões descritas anteriormente levam a que a utilização destes veículos fique limitado na escolha para um carro de dia a dia.

Um dos principais obstáculos à comercialização dos veículos elétricos é a bateria mas, no entanto, os avanços tecnológicos nesta área têm sido bastante promissores com a tecnologia à base de Lítio. A falta de infraestruturas elétricas públicas para efeitos de carregamento, também se revela como um problema, quando se tem em conta a autonomia e o tempo de carregamento dos VEs. Já é possível conceber veículos elétricos com o mesmo desempenho que os convencionais em termos de aceleração e velocidade máxima.

A tecnologia referente aos veículos elétricos está numa constante evolução, pois ainda têm pouca autonomia. A questão da autonomia das baterias é um dos novos paradigmas da mobilidade elétrica.

2.3.Arquitetura dos Veículos Elétricos

Nos veículos elétricos puros a maioria das ligações mecânicas existentes nos veículos de combustão interna é substituída por ligações elétricas, isto traduz-se numa maior eficiência energética devido à diminuição de atritos. Na Figura 3 representam-se os três subsistemas que fazem parte de um *Battery Electric Vehicle* (BEV), subsistema de propulsão elétrica, subsistema fonte e armazenamento e subsistema auxiliar.

Através do controlo dos pedais do veículo, o controlador eletrónico comanda os dispositivos de eletrónica de potência, cuja função é a regulação do fluxo de energia entre as baterias e o motor elétrico. No caso do sentido do fluxo seja inverso, deve-se à energia regenerativa que será armazenada nas baterias [5].

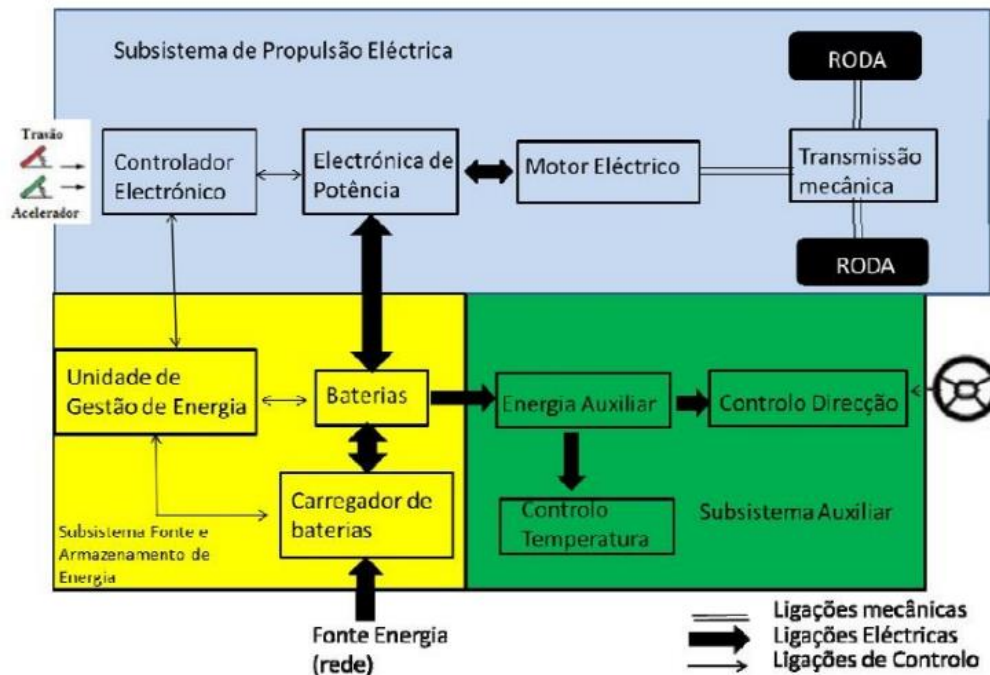


Figura 3 - Subsistema de um BEV[6].

2.4. Veículos Elétricos Híbrido

Um veículo elétrico híbrido (VEH) é o resultado da conjugação do veículo de combustão interna com o veículo elétrico. Usa um motor de combustão interna de forma a aumentar a autonomia do veículo e usa um motor elétrico para aumentar a eficiência energética, melhora a performance e baixa o consumo e as emissões de CO₂. Dentro dos veículos híbridos existem vários tipos. Honda Civic Hybrid é um *Mild Hybrid* é um carro híbrido que contém o sistema *stop&start* onde o motor de combustão interna é desligado sempre que o veículo trave ou pare, o motor de arranque que funciona também como gerador pode recuperar energia na desaceleração através da travagem regenerativa. Além dessa função o motor de arranque auxilia o motor de combustão interna no arranque, quando a inércia é maior, resultando assim numa maior performance e poupança de combustível que se traduz em maior eficiência energética.

Toyota Prius Hybrid é um *Full Hybrid* é o modo híbrido mais conhecido e utilizado, os veículos são totalmente híbridos e a sua propulsão pode ser obtida através de uma só fonte de energia (elétrica ou combustão interna) ou as duas em simultâneo.

Por outro lado temos o sistema *Hybrid Rechargeable* como por exemplo Chevrolet Volt é a versão *plug-in* do *full hybrid* ou seja é igual mas permite o recarregamento das baterias através da rede elétrica.

Os veículos elétricos híbridos (*full hybrid* e *hybride rechargeable*) podem-se agrupar em duas arquiteturas principais, os veículos elétricos híbridos com arquitetura série e os veículos elétricos híbridos com arquitetura paralela, também existe uma arquitetura híbrida mista, que conjuga as duas arquiteturas anteriores tirando partido de ambas e aumentando assim a flexibilidade de utilização. Existem os carros híbridos que contém um motor de combustão interno e um motor elétrico. Este carro apenas é carregado com a sua própria regeneração de energia ou seja através de travagem regenerativa. Outro tipo de carro é o híbrido com *plug-in*, ou seja, é igual ao anterior mas com a particularidade que as baterias podem ser carregadas posteriormente, com uma ligação à rede pública ou até em postos de carregamento. Estes dois tipos de veículos apresentados são considerados veículos de transição, pois ainda necessitam de um motor a combustão interna para se moverem [7].

2.5.A Mobilidade Elétrica a nível Europeu

A mobilidade elétrica surge da mudança da mentalidade da sociedade a nível de sustentabilidade energética e ambiental como proposta a nível dos transportes. É em resposta aos objetivos de reduzir os combustíveis fósseis, a redução das emissões de gases que mobilidade elétrica vai ao encontro de uma melhoria da qualidade do ar e do ambiente nas cidades [8].

No Protocolo de Quioto acordou-se a redução de pelo menos 5% das emissões de Gases com efeito de estufa (GEE) em relação a 1990, no período entre 2008 e 2012 principalmente para os países desenvolvidos, na qual a União Europeia assumiu esse compromisso com os seus Estados Membros, tendo sido adotado em Dezembro de 1997 [9].

Para que possam ser alcançadas as metas acordadas no Protocolo de Quioto, é essencial a implementação de novas medidas penalizadoras do uso de combustíveis fósseis no caso do transporte. Deve-se utilizar recurso a transportes alternativos mais verdes, mais acessíveis e a criação de uma cultura de mobilidade mais sustentável.

Em 2007, foi apresentado o Livro Verde “Por uma nova cultura de mobilidade urbana”, pretendendo introduzir uma discussão sobre a mobilidade urbana. Diversos projetos têm sido apoiados pela União Europeia (UE), como programas Clean Urban Transport for Europe, Ecological City Transport System, entre outros.

O Mobile Energy Resources for Grids of Electricity (MERGE) é o principal projeto financiado pela União Europeia no que toca à investigação de redes de distribuição de energia para automóveis elétricos, que teve início em 2009 [10].

Promovendo múltiplas competências no domínio tecnológico, nomeadamente ao nível dos equipamentos e sistemas elétricos e eletrónicos, sistemas de informação e comunicação e engenharia que surge o desenvolvimento de soluções integradas na mobilidade e na energia.

A Comissão Europeia divulgou em Março de 2011, no Livro Branco dos Transportes, propostas em sistemas de propulsão inovadores e sustentáveis e a investigação e inovação no sector automóvel, designadamente no domínio das tecnologias de propulsão e das fontes de energia alternativas.

Os sistemas de transportes inteligentes (STI), que combinam as telecomunicações, a eletrónica e as tecnologias da informação com a engenharia dos transportes deverão, igualmente, ser desenvolvidos por forma a planear, conceber, operar, manter e gerir os sistemas de transportes.

Têm vindo a ser lançados na UE projetos baseados em modelos mais eficientes, que têm por objetivo demonstrar a viabilidade de uma rápida progressão visando o cumprimento dos objetivos energéticos e climáticos a nível local.

Um exemplo de projetos integrados a realizar é proposto pelo *European Initiative on Smart Cities* — SETIS [11] com um roteiro de ações, baseado em abordagens sistémicas, com medidas a aplicar em edifícios, redes de energia local e transportes, onde está prevista a utilização de VE.

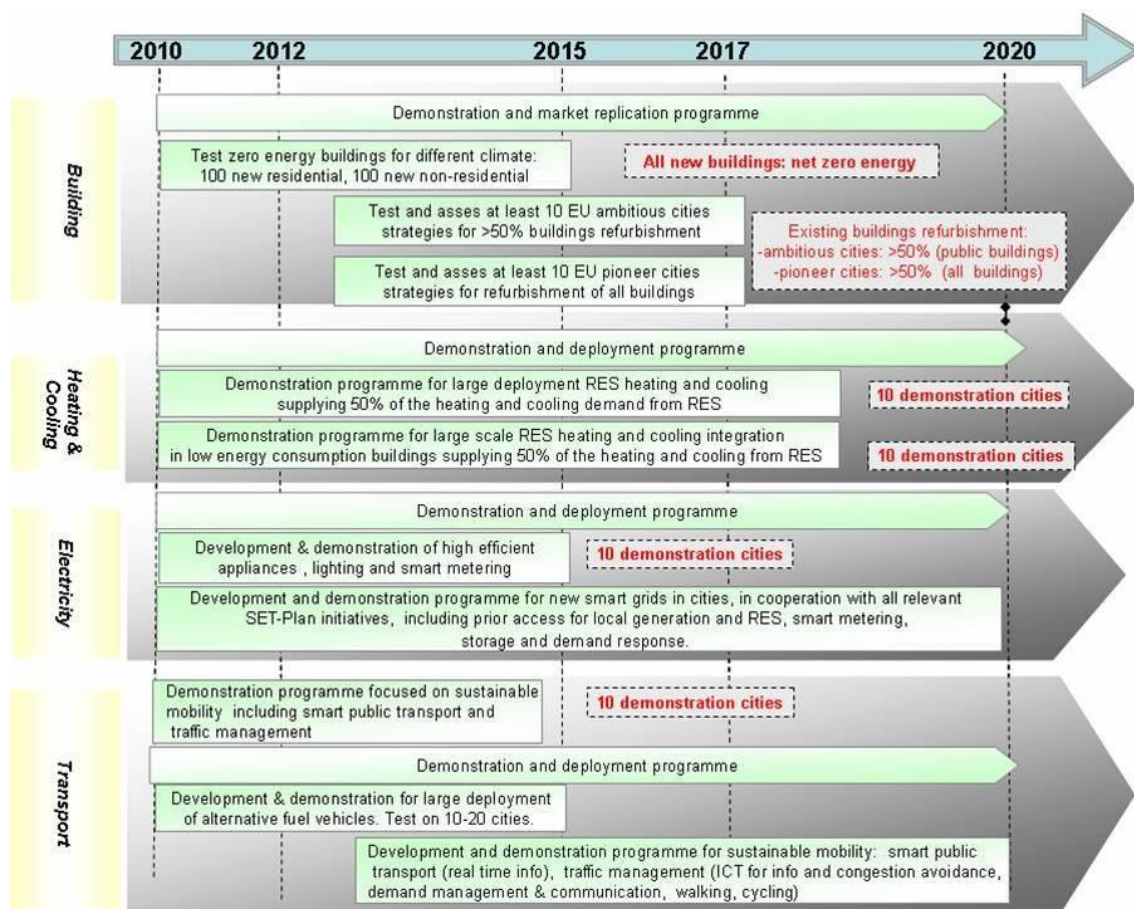


Figura 4 - Estratégia da Mobilidade Elétrica na Europa [12]

Nos meios de transporte este esquema prevê programas, sobre demonstração e desenvolvimento de programas de sustentabilidade, projetos de demonstração que deverá ser implementado pelas cidades, promover a implantação em grande escala, nos transportes públicos rodoviários, nas frotas municipais e particulares de veículos de combustível alternativo, designadamente, veículos elétricos e de hidrogénio a células de combustível.

A 25 de Maio de 2010, no âmbito da mobilidade elétrica na Europa, Alemanha, Espanha, França e Portugal apresentaram uma declaração conjunta sobre implementação de uma rede abastecimento de veículos elétricos.

Em 20 Fevereiro de 2012, foi apresentado no Parlamento Europeu o projeto MOBI.Europe [13], com o objetivo de criação de condições para uma rede europeia de mobilidade elétrica demonstrando a capacidade de os veículos elétricos serem utilizados em larga escala no espaço europeu, onde Portugal irá coordenar um dos três primeiros projetos-piloto de demonstração, da viabilidade da mobilidade elétrica.

2.6.A Mobilidade Elétrica em Portugal

A mobilidade elétrica ao assumir um papel importante no desenvolvimento do País, o governo português aprovou, a 20 de Fevereiro de 2009, o Programa da Mobilidade Elétrica através da Resolução de Conselho de Ministros nº 20/2009.

Com este programa o governo tomou a decisão de contribuir para a concretização dos objetivos nacionais de redução da dependência energética, a redução da intensidade energética, uma maior integração das fontes de energias renováveis levando a uma redução das emissões de GEE no setor dos transportes e uma melhoria da qualidade de vida nas aglomerações urbanas. Este programa aspirava também posicionar Portugal como país de referência ao nível do desenvolvimento e produção de soluções de mobilidade elétrica.

O programa para a Mobilidade Elétrica em Portugal está dividido em três fases: Fase Piloto, Fase de Crescimento e Fase de Consolidação.

No decorrer da Fase Piloto tinha como principal objetivo a instalação de uma infraestrutura experimental de mobilidade elétrica, abrangendo 25 municípios e os principais eixos de comunicação dos municípios bem como nas zonas metropolitanas de Lisboa e do Porto até final de 2011. No entanto esta fase foi prolongada até Março de 2012. Pode-se observar na figura 4 a rede de abastecimento.

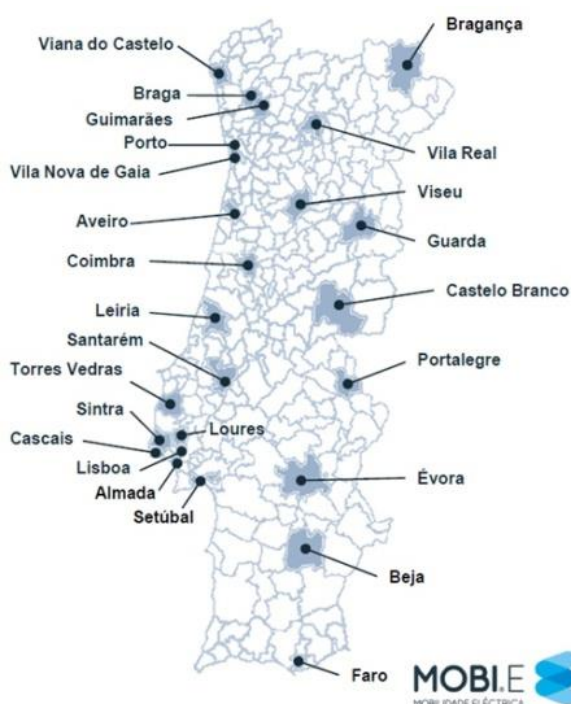


Figura 5 - Rede de Municípios para Mobilidade Elétrica [14].

Previam-se que até ao final do ano de 2011 estariam instalados 1300 pontos de carregamento normal e 50 de carregamento rápido, divididos por 25 municípios. Numa consulta efetuada a 13 Março de 2012 [15], foram apresentados 941 pontos de carregamento (tomadas) em 389 postos de carregamento.

Na Fase de Crescimento, inicialmente prevista para o início de 2012 mas recentemente adiada, contempla a expansão da rede anterior adaptando as soluções testadas na Fase Piloto, enquanto a Fase de Consolidação terá início quando a procura de veículos elétricos atingir um nível sustentável. [16].

Conforme consta no *website* da Mobi.E, “A tecnologia desenvolvida permitirá ainda ao cidadão saber do estado de carregamento do seu veículo, locais de carregamento ou outras informações, a qualquer momento, através da Internet, PDA, telemóvel ou outro suportes, para que possa selecionar as operações mais vantajosas a cada momento, assim como analisar a sua fatura de mobilidade com o objetivo de otimizar consumos.”

A introdução do veículo elétrico estimula o desenvolvimento tecnológicos de modernização das redes elétricas, no sentido da transição para redes inteligentes, passando então a ser possível a interação bidirecional do veículo com a rede e a venda da carga disponível no VE. O projeto prevê ainda a possibilidade de o veículo carregar as baterias com energia produzida localmente, por exemplo, através de painéis fotovoltaicos, sem recorrer à compra de energia a um fornecedor.

A Sociedade Gestora de Operações da Rede de Mobilidade Elétrica, SGORME, iniciou atividade a 5 de Maio de 2010. O seu capital social é maioritariamente detido pela entidade concessionária da rede nacional de distribuição de eletricidade mas as entidades públicas e privadas que desenvolvam atividades relacionadas com a mobilidade elétrica podem adquirir ou subscrever, em condições de mercado, uma participação individual não superior, respetivamente, a 10% e a 5% do capital.

A SGORME assegura o abastecimento elétrico na rede de carregamento de um VE em qualquer ponto existente no país, de forma a garantir uma rede aberta, universal e focada no utilizador. Esta rede adota novos modelos energéticos, aproximando as energias renováveis do dia-a-dia dos cidadãos. A utilização de fontes renováveis funde o princípio de uma mobilidade menos poluente, potenciando os novos paradigmas tecnológicos no domínio dos transportes e da

indústria automóvel.

O comunicado do Ministério da Economia e da Inovação emitido, no lançamento da rede nacional a 29 de Junho de 2009, expressa o seguinte: “este salto pioneiro só é possível graças ao Plano Tecnológico para a Energia que conduziu Portugal a uma aposta decisiva nas energias renováveis. Capaz de produzir 43% da eletricidade que consome através de energias limpas, Portugal está na vanguarda das energias renováveis. Os veículos elétricos potenciam as energias renováveis porque funcionam como um enorme armazém da energia renovável produzida durante a noite que pode, posteriormente, ser inserida na rede durante o dia nas alturas de maior procura. E ainda contribuem para a redução da nossa dependência energética, para a redução das emissões de CO₂ e aumentam a eficiência do sistema elétrico nacional. Com a implementação de uma rede de âmbito nacional para o carregamento de veículos elétricos, Portugal assume-se assim como pioneiro na adoção de um novo paradigma de mobilidade sustentável, que permitirá reduzir as emissões de CO₂ e a dependência energética do exterior”.

O comunicado do Ministério da Economia e da Inovação salienta ainda: “para além das vantagens ambientais óbvias, a importância da mobilidade elétrica para o desenvolvimento tecnológico do País e para o reforço do seu tecido empresarial.

No projeto Mobi.E estão envolvidas algumas das melhores e mais dinâmicas empresas, confirmando, uma vez mais, que os grandes desafios ambientais na área da energia, como em muitas outras áreas, conduzem a soluções que contribuem para o desenvolvimento da economia e da competitividade.”

2.7.Vantagens e Desvantagens dos Veículos Elétricos

Os veículos elétricos apresentam diversas vantagens comparativamente aos veículos que utilizam a combustão interna para gerar energia mecânica, contudo também possuem desvantagens que podem comprometer o sucesso da sua aplicação. É apresentado um resumo de alguns prós e contras associados a esta tecnologia.

Prós:

As vantagens dos VEs são:

- Condução de forma segura, simples, eficiente. Sente-se o prazer da potência silenciosa dos carros elétricos;
- Dispensa embraiagem e caixa de velocidades;
- Travagem regenerativa;
- Zero emissões de CO₂ e zero poluição, sendo conduzir um elétrico é ser socialmente responsável;
- Ao estar a utilizar a eletricidade como combustível no carro está a poupar pois por cada 100km o carro elétrico pode custar apenas 1,5€ e reduz a necessidade de manutenção associados a simplicidade do motor elétrico;
- Poderá carregar o seu carro de uma forma conveniente, seja em casa, enquanto dorme, no escritório ou num espaço público. Simplesmente deverá ligar o carro a uma tomada;
- Manutenção reduzida;

Contras:

- Os VEs ainda possuem uma autonomia pequena comparado com os veículos de combustão;
- Custo de aquisição é elevado, comparados com os equivalentes de combustão interna;
- Velocidade limitada em muitos veículos elétricos, pois a partir de um certa velocidade os motores elétricos deixam de ter eficiência na relação potência /consumo energético;
- Problemas nas baterias devido às grandes dimensões, pesadas e muito dispendiosas;
- Tempo de carga por vezes elevado quando a carga é efetuado através de uma tomada comum de 220V, pode durar entre 6 a 8 horas até atingir a carga total;

Na figura 6 é feita uma comparação entre veículos elétricos e veículos a combustão interna, neste caso a gasolina.

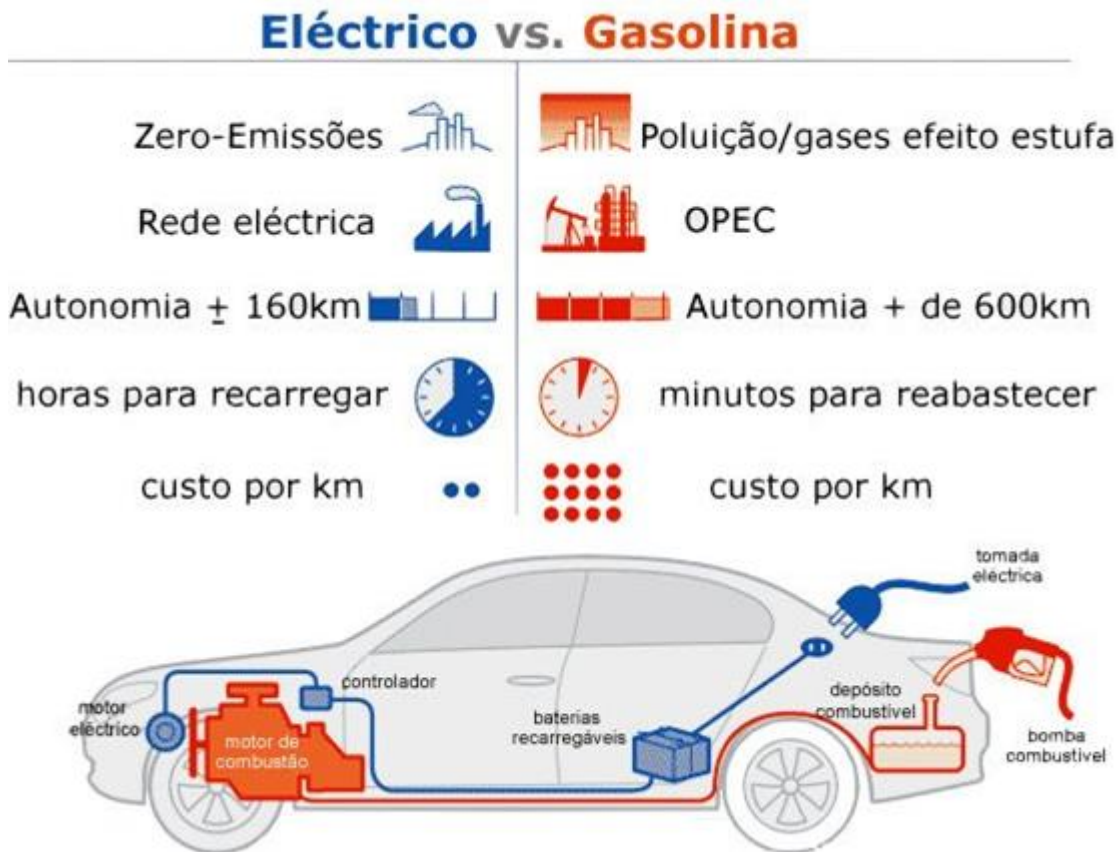


Figura 6 - Comparação entre veículo eléctrico e veículo a gasolina [17].

2.8.Incentivos à Mobilidade Elétrica

O governo português prevê uma série de estímulos a aquisição de VE oferecendo algum apoio à mobilidade elétrica como a isenção do pagamento do Imposto Sobre Veículos (ISV) e do Imposto Único de Circulação (IUC) para veículos 100% elétricos. Dístico para estacionamento gratuito em algumas cidades, como por exemplo em lisboa. Isenção de tributação autónoma, em sede de IRC e aumento da taxa de depreciação de veículos elétricos para empresas [18].

2.9.Carregamento de Veículos Elétricos

Os VEs têm um processo de abastecimento diferentes dos veículos de combustão interna, sendo que nos VEs este pode ser mais simples e mais demorado do que nos veículos de combustão interna.

No caso do abastecimento num veículo a combustão, é feito em bombas de abastecimento pelo condutor, sendo esta operação rápida, podendo demorar alguns minutos. O processo de abastecimento nos veículos elétricos é mais lento, no entanto, pode ser feito em qualquer lugar, bastando para isso a existência de uma ficha elétrica com determinadas características, como por exemplo uma corrente monofásica de baixa tensão 230/400 V 16/32 A.

Contudo com o ressurgimento dos VEs e do interesse das marcas em não perder a corrida, surgem diferentes metodologias de carga. Por forma a impor alguma organização foi criada a norma internacional IEC 62196⁹ [19] que regula o tipo de ligações elétricas e os modos de carregamento para os VEs. Atualmente existem vários sistemas, entre eles o protocolo *Chademo* no Japão (carregamento DC), “Mennekes” na Europa, “SAE J1772” no Estados Unidos América (EUA) e Japão.

Existem três formas de abastecimento: a troca de baterias, o carregamento normal ou lento e o carregamento rápido.

Um outro problema surge na elevada potência consumida durante o carregamento do VE. Um veículo elétrico leva cerca de 6-8 horas num carregamento normal o que poderá levar a esgotar os recursos elétricos numa casa familiar. Outro problema do carregamento é pela sua dimensão e exposição em caso de falha da instalação elétrica no VE no que poderá levar ao risco de eletrocussão por contactos indiretos. Para combater o risco na utilização de quaisquer instalações elétricas de um VE é necessários assegurar algumas proteções e cumprir norma europeia/portuguesa EN/NP61851¹⁰ e é necessário utilizar tomadas elétricas apropriadas.

Nos sistemas de carga dos veículos elétricos são considerados dois fatores, a rapidez de operação e o instante em que é realizada. No que diz respeito a rapidez de operação consideram-se três modos: carga lenta, carga semi-rápida e carga rápida. Relativamente ao instante, consideram-se também duas alternativas: Carga cega (*dumb charge*) ou modo 1, carga inteligente (*smart charge*) que contempla o modo 2, 3 e 4.

⁹ A norma IEC 62196 (International Electrotechnical Commission) permite carregamentos mais rápidos, podendo chegar 298 kW.

¹⁰A norma EN/NP61851 é um sistema de fornecimento de energia em corrente alterna, desenvolvido especificamente para veículos elétricos.

2.9.1. Rapidez da operação

Tabela 1 - Modos de funcionamento referentes à Norma IEC 62196

	Modo1	Modo 2	Modo 3	Modo 4
Tipo de Carregamento	Lenta	Normal	Semi-Rápido/Rápido	Rápido
Corrente Máxima	16 A	32 A	250 A	400 A
Sistema	Monofásico ou Trifásico	Monofásico ou Trifásico	Monofásico ou Trifásico	DC

2.9.1.1. Carga lenta (em AC)

Os sistemas de carga lenta consistem na carga do veículo elétrico numa vulgar tomada de 230 V, 50 Hz e 16 A. Para suportar este modo, os VEs integram a bordo um carregador que converte a tensão alternada (AC) da rede no nível de tensão das suas baterias utilizando um Sistema de Gestão de Carga da Bateria (BMS). Os tempos de carga variam entre as seis e as oito horas, caso as baterias se encontrem muito descarregadas.

2.9.1.2. Carga semi-rápida (em AC)

Os sistemas de carga semi-rápida permitem efetuar o abastecimento do VE num período de uma a duas horas. Para tal é necessário ter disponível no posto de carga uma potência da ordem dos 10 kW a 20 kW por ponto de abastecimento, valores que exigem uma potência contratada com tarifa mais dispendiosa, não acessível em muitos locais, disponibilizada sobre a forma de tensão trifásica. Os VEs para suportarem este tipo de carga, tem que possuir um conversor trifásico que faz a conversão da tensão alternada trifásica da rede para o valor de tensão DC das baterias.

2.9.1.3. Carga rápida (em DC)

Entende-se por carga rápida um modo que permite realizar a carga de 80% da bateria entre 20 a 30 minutos, ou ainda menos. Para transferir a energia em causa (energia = potência x tempo) em pouco tempo e necessário um sistema que debite elevada potência. Valores que se situam entre 40 kW e os 100 kW por ponto de carga necessita que os postos de transformação tenham uma infraestrutura e tarifa de potência contratada muito mais dispendiosa. Com esta alternativa a solução passa por colocar eletrónica de potência estacionária no posto de abastecimento, sendo a energia transferida sob a forma de corrente contínua. Se o valor de tensão de serviço de um VE for por exemplo, 330 V, estamos a falar de correntes da ordem dos 150 a 300 A.

Estes sistemas exigem uma rede robusta e não disponível em muitos locais, integram eletrónica de potência dispendiosa. Há ainda que ter em consideração os impactos dessas cargas não lineares nas perturbações introduzidas ao nível de cavas de tensão e de injeção de poluição harmónica.

2.9.2. Modo 1

No caso do carregamento em modo 1 ou (*dumb charge*) é o modo de carga mais simples onde o proprietário faz a ligação do carro elétrico à rede elétrica utilizando tomadas normais de corrente até 16A, onde poderá ser utilizado uma ligação, monofásica com condutor de fase, neutro e terra de proteção (tomadas do tipo “schuco” e ou industriais da norma EN60309). Para este tipo de carregamento é necessário garantir a existência de proteção de Terra e a existência de um disjuntor diferencial de elevada sensibilidade de calibre $I_n \leq 30\text{mA}$. A proteção deverá ser garantida pelo utilizador.



Figura 7 – Modo 1 de Carregamento [20].

- Carga inteligente (*smart charge*)

O modo de carga inteligente utilizado nos seguintes Modos é contrariamente ao Modo 1 utiliza um sistema de gestão de carga escalonada, que só vai permitir a recarga do veículo elétrico em horas de menor subcarga da rede. O sistema de gestão pode receber informação em tempo real do estado da rede e gerir a recarga do veículo. Os utilizadores que utilizarem este tipo de carga serão beneficiados com tarifas mais baixas, por isso para além de se diminuir o impacto na rede este modo de carregamento representa uma poupança em termos de tarifas para o utilizador.

2.9.3. Modo 2

O modo 2 é um sistema de carregamento em que o sistema eletrónico e a proteção elétrica está instalada num *Control Box* (ICCB) que está inserido numa das extremidades do cabo de ligação onde de um lado é uma ficha normalizada (tomada doméstica ou industrial) para ligação à rede elétrica e na outra extremidade do cabo existe uma ficha de modo 3 para ligar ao veículo, sendo o circuito entre o VE e a ICCB percorrido pelo “piloto de controlo”.

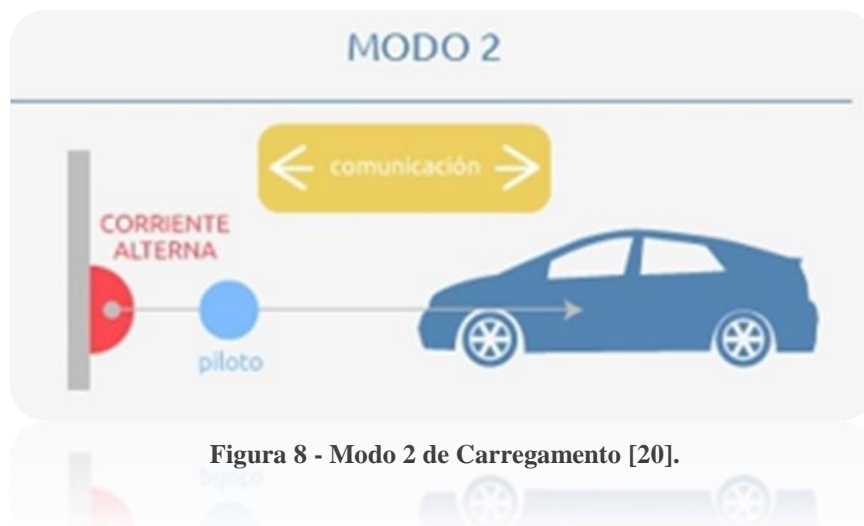


Figura 8 - Modo 2 de Carregamento [20].

2.9.4. Modo 3

O carregamento em Modo 3 consiste num sistema de fornecimento de energia em corrente alternada especificamente desenvolvido para veículos elétricos onde este sistema visa aumentar a segurança do processo de carregamento de um VE e reduzir o risco de eventuais erros de manipulação. A comunicação é realizada entre o posto de carregamento e o veículo. Este modo é constituído alguns elementos fundamentais:

Tomadas e fichas de fornecimento são dedicadas especialmente para o carregamento dos VE que incluem os condutores de fase, neutro, terra de proteção, condutor do sinal de “piloto de controlo” e sensor de inserção de ficha na tomada. Estas tomadas têm um mecanismo de encaixe próprio.

Sistema eletrónico através do condutor de “piloto de controlo”, permite uma pequena comunicação entre o carro e o carregador através de um contínuo estabelecimento de um sinal de comunicação. Este sistema permite ainda, que seja estabelecido um limite de corrente consumido pelo veículo, em função das condições da tomada de fornecimento e das condições da instalação elétrica a montante.

Em caso do não cumprimento destas condições o que poderá levar a uma falha em alguma parte do circuito o sistema não permitirá o carregamento. O controlo irá atuar na alimentação, levando a um corte do circuito. Um veículo utilizando o sistema Modo 3, não carregará também, na ausência de um sistema Modo 3 a montante, com quem se possa emparelhar.

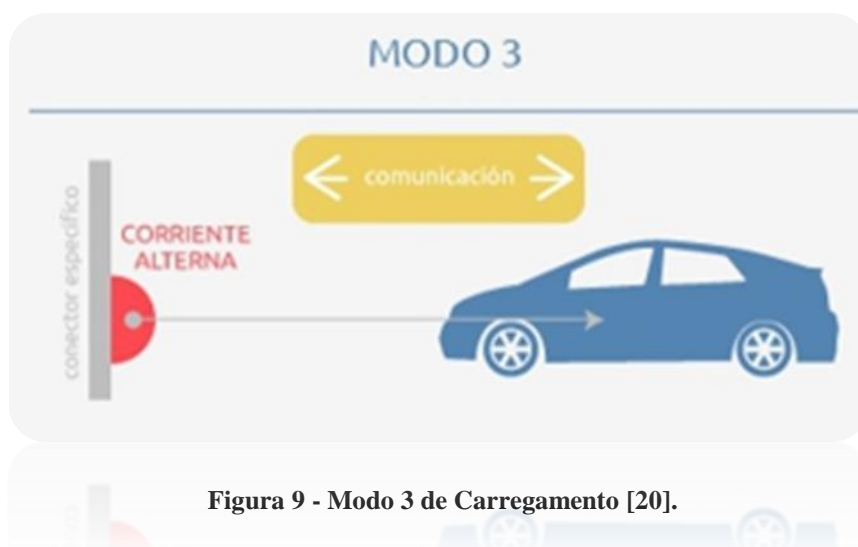


Figura 9 - Modo 3 de Carregamento [20].

2.9.4.1. Tipos de Tomada para Modo 3

Até ao momento existem três propostas de tomadas com as seguintes características:

Tipo 1 - Tomada do tipo 1, chamada “Yazaki” ou SAE J1772 é utilizada no Japão e EUA. Algumas marcas de carros utilizam este tipo de tomadas como os veículos Nissan Leaf, Mitsubishi Imiev, Citroen C-Zero e Peugeot I-On. É projetada para dois sistemas monofásicos um de 120 V até 16 A (L1) e outro de 240 V até 80 A (L2). Esta tomada contém 5 pinos, fase, neutro, terra detetor de inserção e piloto de controlo.



Figura 10 - Tomada "Yazaki" [21].

Tipo 2 – Tomada “Mennekes” é a solução para o *plug-in* de veículos europeus. A ficha de carregamento está capacitada para ligações monofásicas de 230 V com correntes de carga de 16 A (3.7 kW) e para ligações trifásicas de 400 V com correntes até 63 A, cerca de 43kW. As marcas que utilizam este tipo de conector são: Smart, BWM I3 e o I8, Renault, Volkswagen, Volvo e todos os carros produzidos na Europa. Tem 7 pinos: L1,L2,L3, Neutro, Terra, Detetor de inserção e Piloto de Controlo.

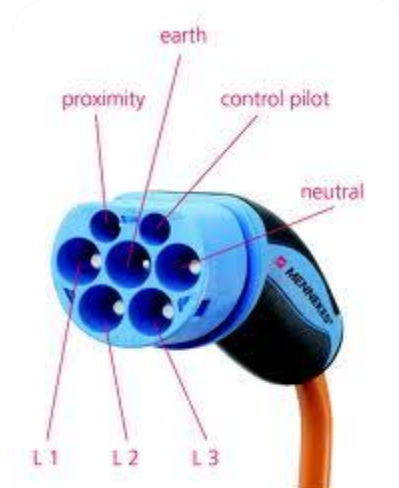


Figura 11 - Tomada “Mennekes” [22].

Tipo 3 - Desenvolvida pela EV Plug Alliance também chamada “Scame” é uma outra proposta para a Europa. Tomada monofásica ou trifásica até 22kW (32A p/fase). Tem 7 pinos: Três Fases, Neutro, Terra, Detetor de inserção e Piloto de Controlo,



Figura 12 – Tomada “Scame” [23]

2.9.5. Modo 4

Por fim, o modo 4 consiste numa ligação indireta do VE à rede de alimentação. Neste modo as baterias estão ligadas diretamente ao conversor do ponto de carga. O controlo é feito diretamente entre o carro e o conversor, sendo assim o BMS do carro controla do ponto de carga. Um dos exemplos do Modo 4 são os carregadores rápidos CC (corrente contínua) que alimentam a bateria do veículo diretamente em CC, fazendo o *bypass* do carregador de bordo. Normalmente estes postos de carregamento contêm um conversor de energia de CA (corrente alternada) para CC. Se as baterias aguentarem podem assim ser carregadas de forma mais rápida.

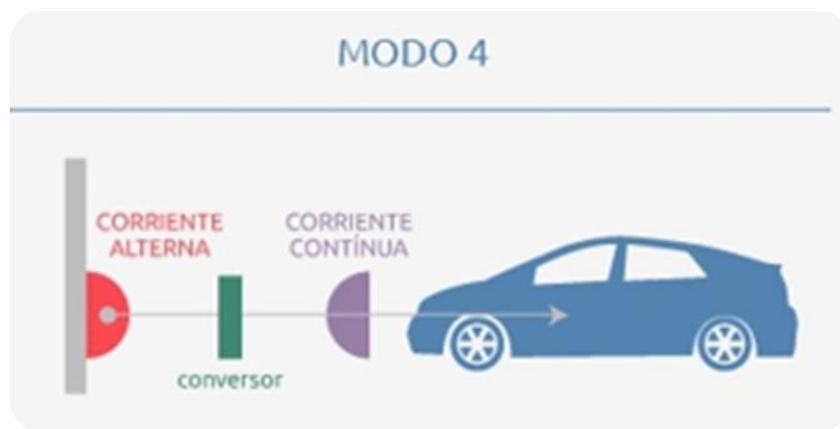


Figura 13 - Modo 4 de Carregamento [20].

A Norma em utilização para o Modo 4 é de uma associação Japonesa de nome *Chademo*. Esta norma está a ser usada pela Nissan e Mitsubishi. É utilizado no carregamento rápido para carregar baterias de veículos elétricos, entrega até 62,5kW em tensão até 500 V DC e corrente até 125 A, através de uma ficha especial.



Figura 14 - Tomada Chademo [24].

No caso de carregamento rápido para carros europeus a norma a ser utilizada para carregamentos em modo 4 é chamado *Combo*. O Ponto de carregamento é constituído por um armário de carregamento e um cabo preso ao armário. Durante o carregamento é o veículo que controla o carregador, através de comunicação no cabo. Assim, não há perigo de o carregador injetar corrente de forma nociva para o veículo.



Figura 15 - Tomada Combo [25].

2.9.6. Carregamento por Indução

A primeira transmissão de energia sem fios foi feita por Nicola Tesla¹¹ por volta de 1891 [26]. O princípio de funcionamento deste sistema é o eletromagnetismo. Desde daí este fenómeno elétrico têm sendo vindo a desenvolver. Uma das aplicações possíveis hoje em dia é o carregamento de carros elétricos através desta tecnologia.

Para uma eficiente transferência de energia é necessário uma alta frequência de ressonância preferencialmente da ordem dos 100kHz. A alta frequência resulta numa quantidade substancial de perdas nos circuitos de eletrónica de potência. Como tal deve-se utilizar a comutação suave. Neste tipo de comutação, a ressonância é usada para atingir altas frequências de saída diminuindo assim as altas perdas de comutação. O rendimento deste tipo de aparelhos ronda os 90% com distância entre o emissor e recetor da ordem dos 20 cm [27]. Aplicado à mobilidade elétrica o primário é colocado no solo e o secundário está sob o carro, no chassi.

Este tipo de transferências de energia permite fazer o carregamento totalmente automatizado. Os sistemas são colocados no local de estacionamento e inicia o carregamento automaticamente, após o utilizador dar ordem para carregar. Sem necessidade do mesmo tocar em cabos ou outros equipamentos.

A comunicação entre o veículo e as infraestruturas de recarga é efetuada recorrendo a uma tecnologia sem fios, onde o controlador envia à central a informação necessária para a realização do recarregamento, em segurança.

2.10. Veículo ligado à rede elétrica

O V2G (*Vehicle to grid*) representa um sistema em que a energia armazenada no veículo pode ser vendida à rede elétrica, quando o veículo não está a ser usado e se encontra ligado a esta. As preferências de carregamento e descarregamento devem obedecer a certas normas e protocolos. A energia a injetar na rede é definida pelo condutor, de modo a salvaguardar as suas necessidades. Os futuros veículos elétricos

¹¹ Nicola Tesla (10 de Julho de 1856 – 7 de Janeiro de 1943) foi um inventor nos campos da engenharia mecânica e eletrotécnica.

(desde que com capacidade V2G) poderão participar, como um serviço auxiliar de produção no qual o V2G faz a adaptação da carga a capacidade de geração de energia, ao invés dos sistemas atuais que ajustam a produção de energia a carga. Para o sucesso das operações V2G, a necessidade de redes inteligentes *smartgrids*, torna-se essencial [28] [29].

2.11. *SmartGrid* em Portugal – InovGrid

Em Portugal iniciou-se a implementação de uma Rede Elétrica Inteligente – *SmartGrid* a cargo de um consórcio liderado pela EDP. O InovCity representa o conceito das redes inteligentes de eletricidade, enquanto piloto da primeira *SmartGrid* Ibérica. A cidade de Évora foi selecionada para a implementação, com base em critérios de dimensão, características elétricas da rede e visibilidade da cidade.

O grande objetivo da InovCity consiste na contribuição efetiva para reduzir emissões de CO₂, aumentar a contribuição das energias renováveis e melhorar a eficiência energética. A concretização destes objetivos depende da capacidade de conseguir a redução de consumos, a transferência de consumos (ponta para vazio) e o aumento da penetração da microprodução. A rede inteligente de distribuição de energia elétrica vai ser aberta a todos os comercializadores e empresas de serviços de valor acrescentado, possibilitando o aparecimento de novos tarifários e o melhoramento dos serviços existentes. Na Tabela 2, apresentam-se as ações prioritárias a implementar no InovCity [30].

Tabela 2 – Implementação da InovCity

Foco	Ações
Microgeração	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar campanha de microgeração em Évora; • Promover ações locais de investigação e demonstração de energias alternativas (p. ex. tecnologia fotovoltaica e biomassa).
Veículos Elétricos	<ul style="list-style-type: none"> • Instalar pontos de carregamento elétrico; • Demonstrar o uso de Veículos Elétricos nas frotas da Câmara Municipal de Évora e EDP; • Facilitar testes de conceito de tecnologias e modelos de negócio.
Iluminação Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Promover auditorias energéticas e ações de eficiência da Iluminação Pública (protocolo EDP/ANMP); • Fomentar o uso de sistemas de iluminação inteligentes (led's, controlo ativo, gestão centralizada).
Smart Homes	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de conceito de <i>SmartHome</i> com integração em sistemas de domótica e utilização de eletrodomésticos inteligentes.
Outros Serviços de Valor Acrescentado	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento e teste de serviços de eficiência energética, de informação sobre consumo, informação ambiental e de sustentabilidade.

Com a implementação da InovCity um dos objetivos é a instalação de pontos de carregamento elétricos.

Com a InovCity está-se criar uma rede de pontos de abastecimento. Esta rede inteligente será suporte das operações de carga e de descarga dos veículos elétricos. As operações que vão servir, respetivamente, para receber da rede elétrica, energia quando a mesma está disponível e tem preço mais baixo, para restituir à rede a energia elétrica quando ela é mais necessária e a um preço que se traduza em rentabilidade acrescida para o utilizador.

A rede inteligente possibilita um controlo quase em tempo real da energia consumida nestes postos de abastecimento, o que permitirá ao consumidor calcular a parcela de consumo alocada ao veículo elétrico abastecido na sua habitação.

Isto leva a criação de *SmartPark* que é uma solução de estacionamento integrado e desenvolvido para combinar veículos elétricos e uma estrutura com um sistema de produção de energia solar. A tecnologia de ponta incorporada em resultados *SmartPark* em um produto "*plug and play*", oferecendo a opção de ser ligado a um sistema de carregador de bateria de carro, permitindo a recarga da bateria de um carro elétrico

estacionado, ou seja, um veículo elétrico pode ser utilizado como um dispositivo de armazenamento, que pode ser carregado, quando estacionado aproveitando a energia renovável fotovoltaica e utilizar esta energia mais tarde, quando necessário, sem colocar qualquer tensão na rede. Isto significa que os veículos elétricos são não só um dispositivo para as pessoas se deslocam, mas também um dispositivo de armazenagem de energia muito importante para estabilizar os picos de carga da rede de distribuição de energia.



Figura 16 – SmartPark [31].

3. PRODUTOS PRODUZIDOS PELA MAGNUM CAP

Para simplificar a utilização de veículos elétricos a Magnum Cap têm desenvolvido tecnologias de carga seguro e confiável como também infraestruturas. A empresa tira partido das energias renováveis para o fabrico de estações de carregamento tornando-se uma empresa amiga do ambiente. A empresa têm disponíveis vários tipos de carregadores, desde os carregadores normais, carregadores rápido e até carregadores para o domicílio. Os produtos disponíveis são:

3.1. Easybox

Este equipamento é indicado para particulares que tenham apenas um veículo elétrico e desejam carregar o veículo em segurança, tirando maior partido da instalação elétrica das suas casas. Permite carregar veículos com diferentes modos de carga, desde modo 1, 2 e 3 e está disponível com vários tipos de potência, 2 kW até 43 kW em Modo 3.



Figura 17 – EasyBox [20].

3.2. Wallbox

É um carregador que deve ser instalado em garagens, casas ou em serviços privados no qual permite um manuseamento muito fácil para o usuário pois basta apenas conectar o cabo no carro passando imediato ao modo de carregamento. É um equipamento totalmente confiável e muito rápido de se instalar em casa. Contém duas tomadas para

carregar e cada uma contém um Led de sinalização de carregamento (Vermelho, Verde e Azul). A Wallbox é indicada para carregar veículos de Modo 1 e Modo 3. No caso de ser Modo 1 contém uma tomada “Schuco” e para o Modo 3 contém uma tomada “Mennekes”. Poderá ser implementado outro tipo de tomadas consoante o que o cliente pedir.



Figura 18 - WallBox [20].

3.3. Carregador MCC

Um carregador MCC é composto por dois módulos. O módulo principal que é chamado de Quiosque, faz o controlo e a interação entre o carregador e o usuário. O módulo auxiliar é chamado de Satélite e faz a conexão entre o veículo e o carregador. O Quiosque poderá conter vários satélites conectados a si próprio.

Estes são apresentados com um *design* leve e atraente, com total segurança para o usuário e para o veículo. É recomendado para espaços interiores e exteriores e para o carregamento em público. O módulo principal pode estar ligado em rede, para uma gestão de manuseamento e pagamentos por cada carregamento. Este tipo de comunicação pode ser feita por web, utilizando Ethernet ou uma interface 3G. Este equipamento contém um display gráfico TFT e contém um menu intuitivo que permite ao usuário tenha uma percepção gráfica imediato do processo de carregamento e pagamento. O acesso é feito através de um cartão de RFID.

O Quiosque é o módulo que faz a interação com o usuário e faz comunicação para os satélites caso haja ordem de carregamento. Os satélites são os módulos mais pequenos onde contêm duas tomadas para VE. O MCC poderá ser monofásico ou trifásico que em

ambos os casos pode fornecer corrente desde 16A até 32A. Este equipamento é ideal para carregar carros em modo 3.



Figura 19 - MCC com Satellite [20].

3.4. Carregador MCR

Um carregador MCR é a perfeita solução para carregar o veículo em zonas exteriores e consegue suportar vários tipos de carregamentos, desde modo 1, modo 2 e modo 3. O modo de operação é igual ao MCC, onde apresenta o estado de carga, o tempo de carregamento e toda a informação necessária para o usuário. Este carregador têm disponibilidade para carregar dois VE em simultâneo e cada tomada pode ser personalizada consoante o que o cliente pedir, ou seja, o tipo de tomada e o modo de carregamento. Existe duas versões, um de 16A monofásico e outro de 32A trifásico. Cada tomada contém um led para sinalizar o estado a que encontra (vermelho no caso de haver problema com o carregamento, verde no caso de a tomada estiver livre e azul caso a tomada permaneça a carregar).



Figura 20 – MCR – Carregador (All in one) [20].

3.5. Carregador MCR 63

O MCR 63 foi concebido para realizar cargas rápidas, geralmente com uma duração de 30 minutos e pode ser utilizado para todos os carros que cumpram a norma IEC61851. Essencialmente este carregador só pode ser utilizado em carros que tenham um conversor incorporado para conseguirem carregar as baterias em DC. Em termos de equipamento de interação com o usuário é igual com o MCR. Este equipamento é uma solução perfeita para carregamento em zonas públicas e estações de serviço. É um carregador rápido em corrente alternada e que o carregamento é feito em modo 3. Potência nominal de 43kW.



Figura 21 – MCR 63 [20].

3.6. Carregador MCQC

O carregador MC Quick Charging foi desenvolvido para fornecer energia diretamente as baterias do veículo. Este sistema é composto por uma cabine de potência e um carregador compacto e seguro na sua utilização. Este tipo de carregador leva em geral 30 minutos a carregar por completo as baterias de um VE. Neste caso é o veículo que comanda o carregamento das baterias. No caso da interface com o usuário torna-se igual ao que já foi descrito no MCR. Nesta versão a Magnum Cap disponibiliza as potências de 10 kW, 20 kW e 30 kW para serviços de carregamento com menos potência e de 40 kW ou 50 kW para estações de serviço ou parques de carregamento. Para poder

fornecer a saída da tomada uma potência de 50 kW em DC o carregador conta com um conversor desenvolvido pela SinePower uma empresa especialmente vocacionada para inversores e conversores.



Figura 22 - MCQC - Quick Charging Chademo/Combo [20].

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1. Produção de Carregadores para Macau

A encomenda para Macau foi importante para estabelecer e compreender o processo de fabrico dos carregadores na empresa. Quando cheguei à empresa esta encomenda já estaria a ser concluída. Consistiu em fabricar doze carregadores MCR de 16 Amperes com uma tomada Industrial e uma tomada Menneke. Este projeto foi realizado em parceria com JANZ que forneceram os contadores “MITER” para uma gestão da energia consumida por um VE e em parceria com a Companhia de Eletricidade de Macau (CEM), principal investidor que instalou o produto em Macau.

Neste processo tive de compreender alguns processos de segurança na produção e montagem destes, compreender como é constituído um carregador e ordem de montagem. Na figura 23 está um exemplo dos carregadores que foram enviados para Macau.



Figura 23 - Encomenda para Macau. Fotografia tirada em 06-12-2013.

4.2. Conceção de uma Wallbox

Quando é apresentado a ordem de fabrico de uma Wallbox é necessário fazer o levantamento de todo o material para montar o equipamento. Ao existir uma ordem de produção deve seguir alguns passos apresentados no Anexo II. Primeiro começa-se por testar os led's que se colocam na base do equipamento, de seguida prossegue-se a preparação da estrutura, montagem do quadro eléctrico, bem como cortar e colocar o fio, verificação dos componentes eléctricos, fixação de autocolantes e por fim ensaios e certificação de qualidade do produto. No fim de estar tudo conforme faz-se o embalamento do produto ficando pronto para enviar ao cliente final. Nas imagens seguintes é mostrado algumas fases de montagem.

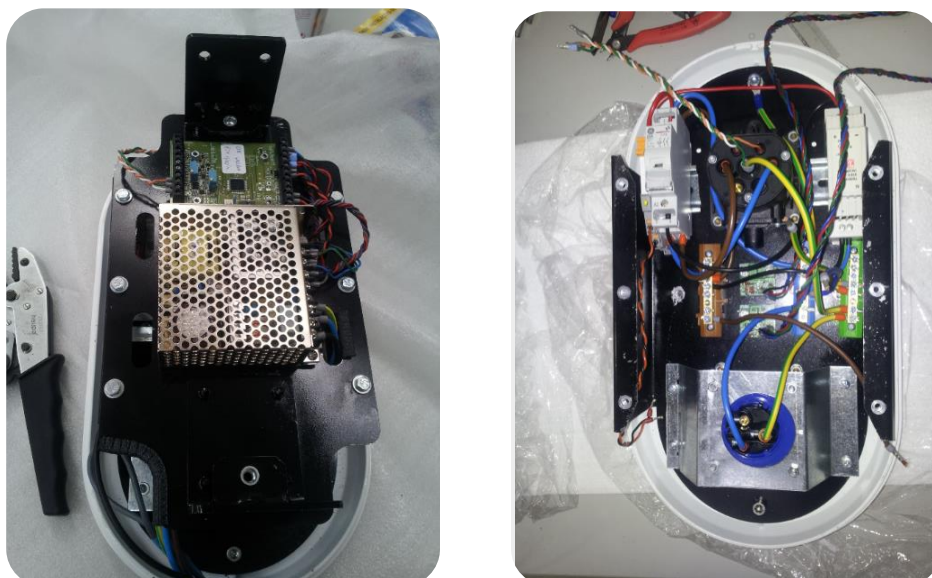


Figura 24 – Wallbox, fases de montagem. Fotografia tirada em 19-02-2014.

4.3. Conceção de uma EasyBox

No caso de haver uma ordem de fabrico de uma EasyBox esta é composta pelo mínimo de componentes eléctricos possíveis para carregar um VE. Simplesmente contém na entrada um barramento para a fase, neutro e terra de seguida leva um contactor que é acionado por um relé. A comunicação e o controlo é feito pela Modo 3, placa eletrónica desenvolvida pela Magnum Cap e poderá levar um contador de energia se assim for

desejado. Contém dois sinalizadores de fase elétricos que sinalizam se o aparelho está livre ou em carregamento consoante a luz acesa. O cabo de saída poderá ser “Mennekes” ou “Yazaki”.

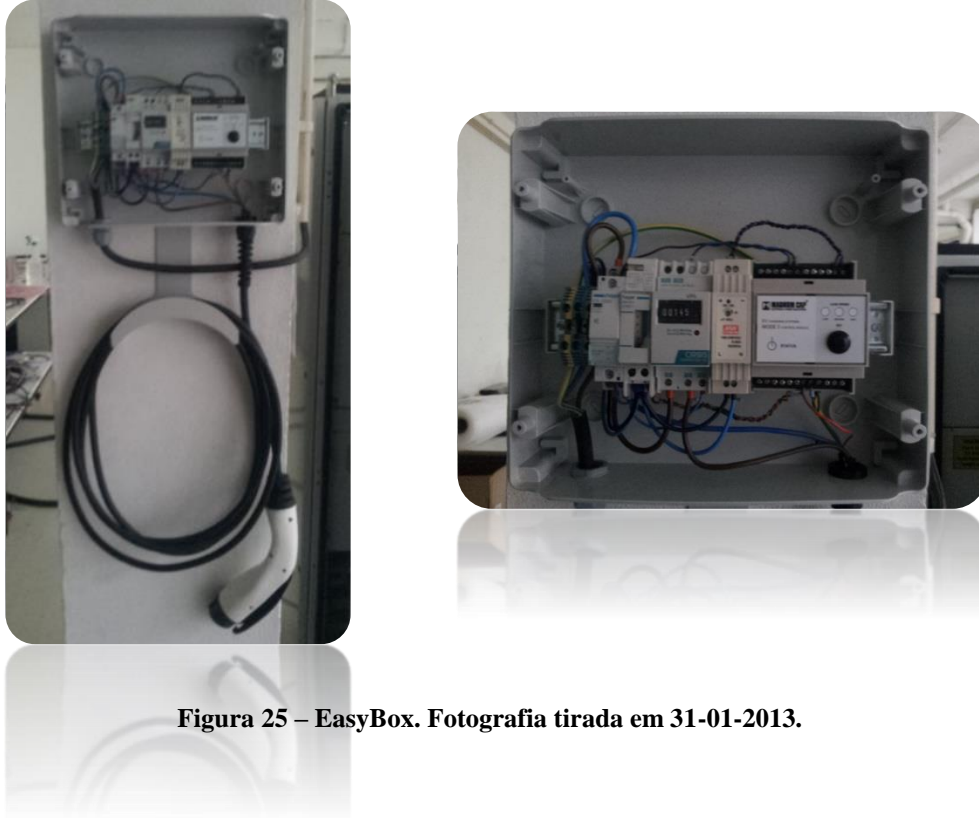


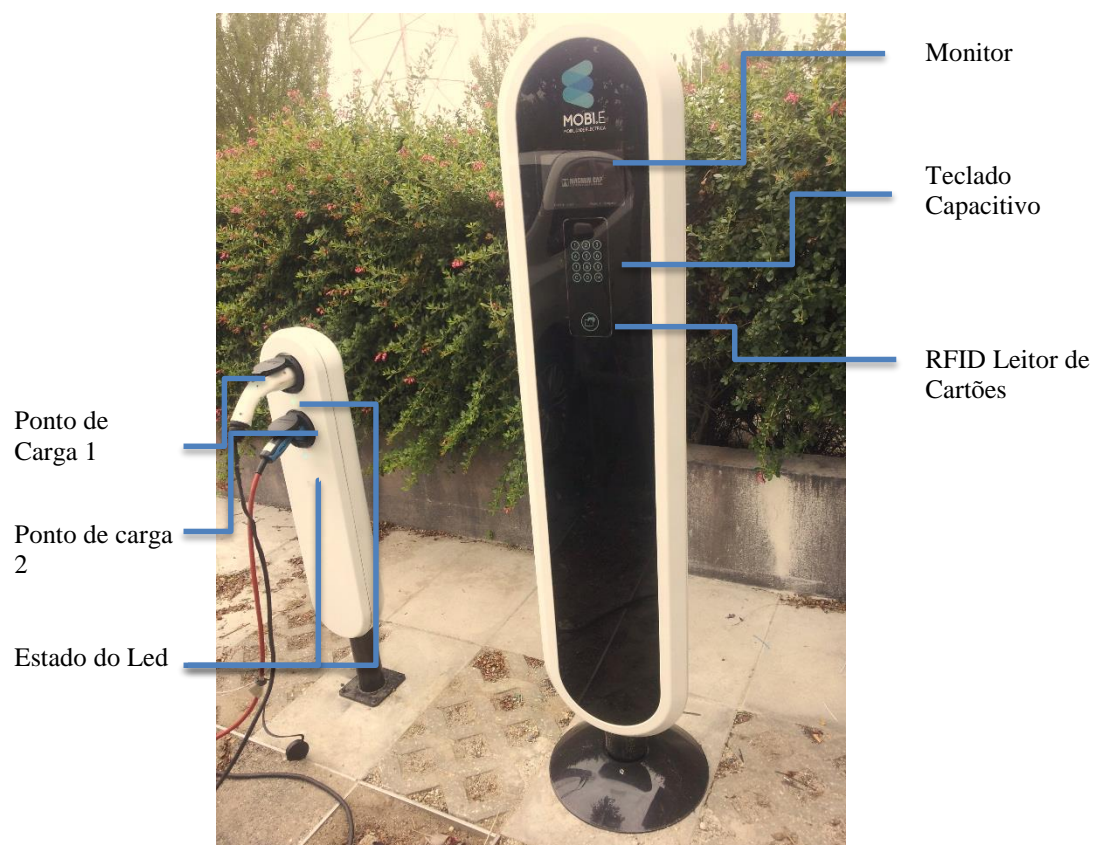
Figura 25 – EasyBox. Fotografia tirada em 31-01-2013.

4.4. Conceção de um MCC

Para a conceção de um MCC conjunto de um Quiosque juntamente com um satélite é necessário saber qual a ordem de produção e especificações do equipamento. O processo de construção de um MCC torna-se complexo pois é necessário haver cuidado com o manuseamento do equipamento para que não chegue ao cliente riscado. No caso do Quiosque contém um acrílico na parte frontal forrado com um vinil preto que se risca muito facilmente. A produção consiste em alguns processos por esta ordem dita, preparação da estrutura, cravar e apertar, corte fios e descarnar, verificação dos componentes elétricos, instalação do quadro elétrico, fixação e finalmente ensaios e certificação de qualidade. O processo de fabricação e as etapas constituintes de cada processo poderá ser visualizado no (Anexo III). É de ter em conta que no fim de proceder a montagem de um MCC é necessário proceder a montagem de um satélite que não é nada

mais do que uma WallBox mas com a particularidade que este poderá ser instalado no exterior. O sistema de proteção do Satélite encontra-se no Quiosque pois é o principal constituinte da estação de carregamento podendo haver mais do que um satélite instalado. Como já foi referido é necessário haver comunicação entre o Quiosque e o Satélite que é realizado por um fio de comunicação ligado entre eles. Na parte da potência, primeiro é ligado ao Quiosque e depois é que deriva para cada Satélite.

Partes constituintes de um MCC e de um Satélite:



**Figura 26 - MCC, Partes da estação de Carregamento.
Fotografia tirada em 18-07-2014.**

4.4.1. Constituintes de um MCC

- Monitor

O monitor tem como função mostrar os dados de carregamento bem como a interface com o utilizador apresentando toda a informação sobre o carregamento efetuado.

- Teclado Capacitivo

O objetivo do teclado serve para a navegação e interação com o menu e para a introdução do Pin de acesso ao cartão pessoal de carregamento fornecido pela MOBI.E.

O teclado utiliza uma tecnologia capacitiva para detetar os dígitos escolhidos pelo usuário sem ser necessário efetuar pressão do dígito.

- RFID

O RFID é um sistema para ler cartões magnéticos, isto significa que basta passar o cartão pela área de leitura RFID que posiciona-se por baixo do teclado.

- Estado do Led

Identificação intuitiva do estado de carregamento. Verde para tomada disponível, vermelho para tomada indisponível e azul para tomada em carregamento.

- Tomada 1 e Tomada 2

Tomada específica para conectar a tomada do usuário.



Figura 27 - Satélite (Esquerda), Estrutura do Satélite (Centro), Conjunto MCC (Direita). Fotografia tirada em 31-03-2014.

4.5. Conceção de um MCR

Existem duas versões de MCR em termos de potência. Um de 16 amperes e outro de 32 amperes. A diferença entre eles é apenas no tipo de equipamento que o quadro elétrico contém. Ao fabricar um carregador é dividido em duas partes, o quadro elétrico e pela eletrónica que estabelece o contacto com o usuário e a máquina. Para se proceder a sua montagem deve-se estabelecer algumas prioridades. Quando é dado a ordem de fabrico, este contém as especificações do produto, desde a sua capacidade de potência e tipo de material que vai levar. A ordem de montagem encontra-se no Anexo I.

Numa breve síntese de produção de um carregador MCR, deve-se preparar a estrutura para o tipo de carregador solicitado. O primeiro passo é preparar a estrutura, desde fazer furos, tirar medidas, fazer cortes na chapa, colocar fechaduras tudo que é necessário para o passo seguinte. De seguida leva-se a cabo uma pintura das peças para colocação posterior, bem como fazer as colagens dos acrílicos. Por fim monta-se o quadro elétrico na parte exterior do carregador.

O quadro é constituído por um diferencial de 30 mA de proteção, dois disjuntor consoante a potencia desejada, relés, contadores, contactores, barramentos, led's para as tomadas, placa de controlo chamada Modo 3 e uma fonte de alimentação ininterrupta (UPS). No fim de o quadro estar montado, faz-se a devia acoplação ao carregador. Efetua-se as ultimas ligações e passamos para a parte eletrónica, que é nada mais do que ligar o *kit* chamado “*FriendlyArm*” que contém monitor, o computador, teclado e RFID.

Por fim instala-se o programa a ser utilizado pelo computador e faz-se os testes finais de carregamento. Em relação aos constituintes de um MCR são iguais ao de MCC, refiro neste caso ao Teclado, Monitor, RFID, Tomada 1 e 2 e o estado do led.

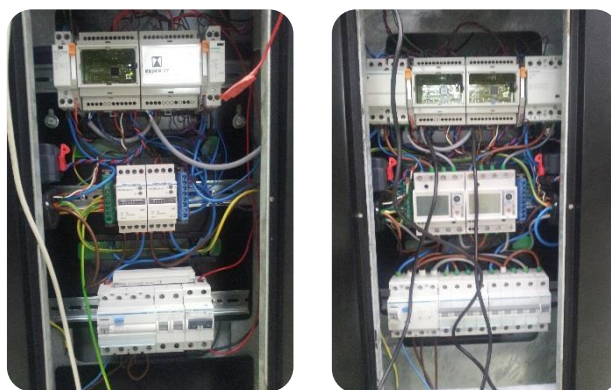


Figura 28 - Quadro elétrico 16 A (Esquerda) e 32 A (Direita). Fotografia tirada em 13-12-2013.

O MCR é constituído pelos seguintes elementos presentes na figura seguinte:

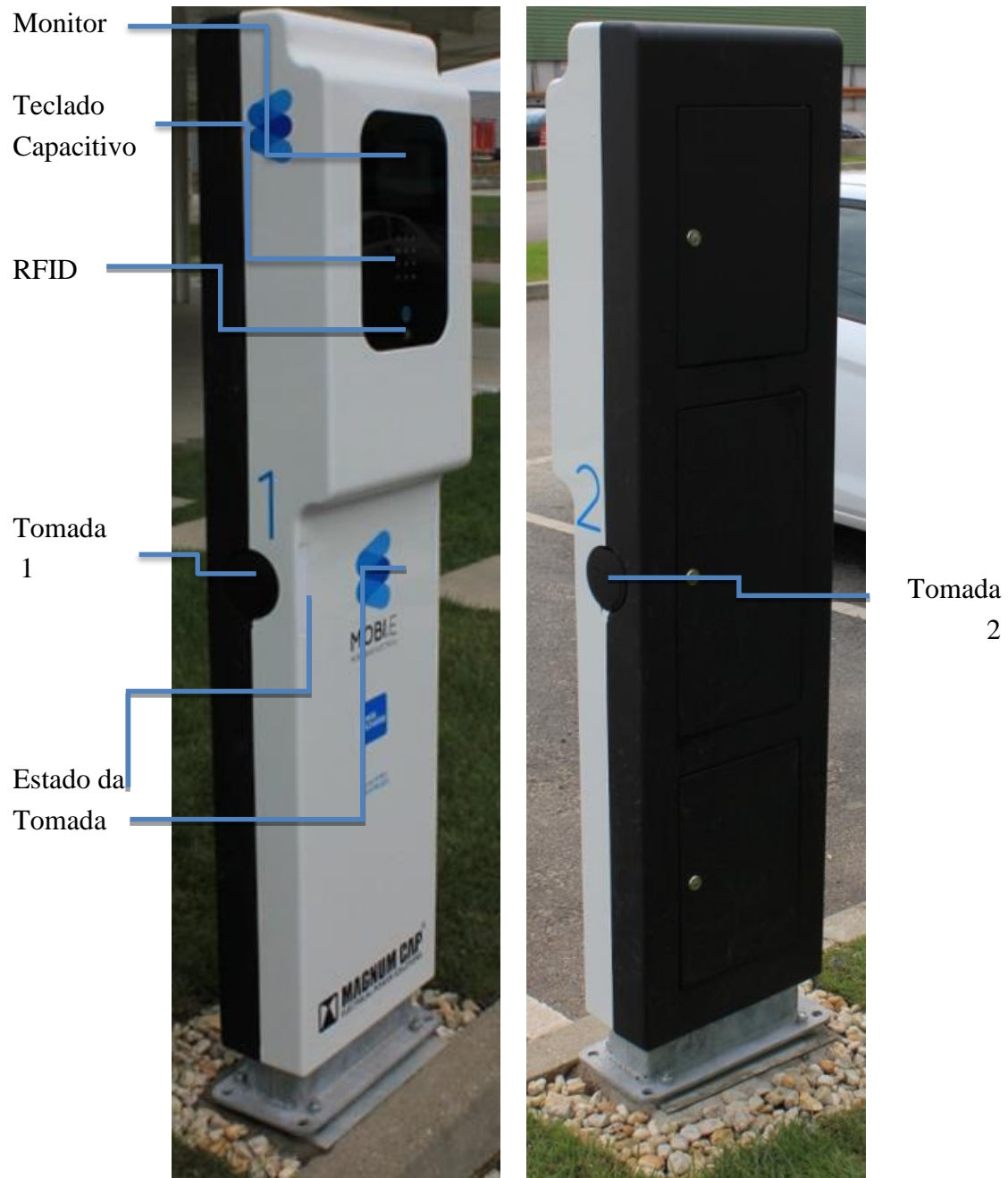


Figura 29 - MCR, partes da estação de carregamento.

4.5.1. Procedimento de carga



1- Passar o cartão de RFID pelo sensor;



2- Seguir as instruções do monitor;



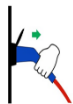
3- Conectar a tomada no carregador e no VE;



4- Selecionar o ponto de carga;



5- Seguir as instruções do monitor;



6- Para parar a carga deve repetir o passo 1 e 2;

7- Remover o conector;

4.6. Conceção de um carregador MC Quick Charge

A fabricação de um carregador *quick charge* é necessário ter muito em atenção e no qual nunca me foi entregue na totalidade o fabrico deste. Neste tipo de carregadores estamos a lidar com uma configuração que deverá ser percorrida com uma tensão DC cerca de 400 V e 120 A. Primeiro de tudo deve-se fazer a preparação da estrutura deste carregador mas com uma configuração diferente.

Como pode-se observar na figura 30, a imagem da direita pode-se observar a parte da eletrónica que estabelece a comunicação entre o usuário e o carregador. Esta parte contém o kit “*FriendlyArm*” que é igual ao MCR e MCC, desde o modo de montagem e os componentes. Na imagem do centro pode-se observar uma placa fabricada pelos Engenheiros da empresa que estabelece o contacto entre o carro e o carregador.

Neste caso a interface de comunicação é de um *Combo*. Na imagem da esquerda pode-se observar que na parte inferior do carregador está contemplado a ligação do carregador ao conversor, a ligação há rede elétrica e a proteção para a zona da eletrónica.



**Figura 30 - Parte interior do MCRQC.
Fotografia tirada em 15-1-2014.**

4.7. Micro Soldadura

Uma das tarefas que os engenheiros realizam na empresa é a micro soldadura de placas eletrônicas. A micro soldadura sempre me despertou atenção, no que me foi proposto soldar pequenas placas de circuito impresso (PCB). Neste caso foi proposto soldar placas para os led's das wallbox e satélites (figura 31 da esquerda e central), uma placa de sinalização para carregadores portáteis (figura 31 da direita), três placas para o simulador de carga. Neste processo adquiri técnicas de soldadura, como a utilização da estação de solda, bem como a escolha da ferramenta certa para a soldagem, a utilização da lupa eletrônica pois ao início é complexo estar a olhar em frente e soldar ao mesmo tempo e a utilização de fluxo. Esta aprendizagem levou a que posteriormente fosse confiado soldar placas com maior grau de dificuldade.



Figura 31 - PCB's. Fotografia tirada em 03-02-2014.

4.8. Micro Soldadura e Calibração de uma Modo 3

Em modo geral a Magnum Cap manda produzir as suas próprias placas eletrónicas já com os componentes postos em empresas especializadas pois quando imprime são às centenas, mas em casos pontuais é um engenheiro da empresa que solda os componentes. Uma das atividades que foi proposto pelo meu orientador foi separar todos os componentes necessários para duas matrizes de modo 3 e posteriormente efetuar a soldadura. Cada matriz contém quatro placas modo 3.

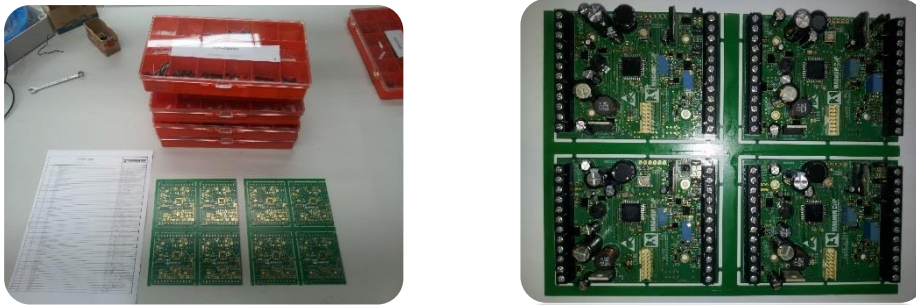


Figura 32 - Matriz com Modo 3 em PCB. Fotografia tirada em 22-05-2014.

Inicialmente foi preparado e separado o material para ser soldado colocando-o em caixas para uma melhor orientação durante esta tarefa. Para realizar a micro soldadura é preciso ter ajuda de uma lupa eletrónica de soldar para ajudar na precisão da soldadura pois os componentes são pequenos. É necessário utilizar uma resina chamado fluxo que ajuda numa melhor fixação da solda. A ordem de componentes a soldar é a seguinte: primeiro os microcircuitos, seguindo a ordem do componente mais pequeno para o maior. Na figura 33 poderá se observar o exemplo de micro soldadura de um *microchip* realizado.

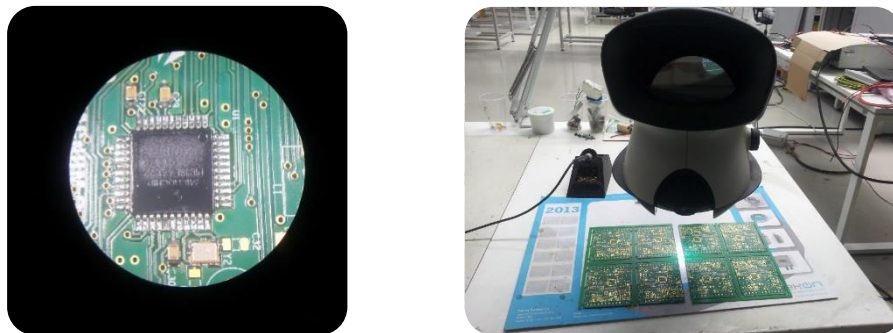


Figura 33 - Lupa eletrónica. Fotografia tirada em 22-05-2014.

Por fim de se efetuar a soldagem de todos os componentes irá se realizar os testes adequados para a verificação se todo o hardware está a funcionar a 100%. Caso não aconteça é porque existe zonas mal soldadas devido a solda fria e no qual os componentes ficam a fazer mal contacto. Deve-se procurar a zona mal soldada e corrigir. Para testar estas placas é necessário recorrer à área de simulação de carregamento e proceder ao processo de teste como está descrito na seguinte tabela.

Tabela 3 - Processo de Teste Modo 3 - Normal Charge

Item	Dispositivo	Ação		Esperado
1	Placa	Ligar conector e colocar “jumpers”		---
2	Disjuntor	Ligar		Led sinal da placa acende Led’s- Acendem
3	Programador	Já foi Programada	Salta para item 4	---
		Nunca foi programada	Programa “Calibrar” Calibra PWM - 12v +12	Osciloscópio- Onda OK
4	Programador	Programa “Modo 3 Normal Charge”		Led’s - Verde
5	PC- Terminal	Envia “10”		Terminal- Retorna “C8”
6	Simulador	Muda Posição “Conn Plugged”- ON		---
7	PC- Terminal	Envia “10”		Terminal – Retorna “30” Led’s – Azul Motor Fechado
8	Simulador	Muda Posição “CP” – ON		Relé – Fechado
9	Simulador	Muda Posição ”CP” - OFF		Relé – Aberto
10	Simulador	Muda Posição ”Diode” - ON		Led’s-Vermelho Terminal – Retorna “C4”
11	PC- Terminal	Envia “35”		Led’s – Apagado
12	Simulador	Muda Posição ”Diode” - OFF		---
13	Simulador	Muda Posição “Conn Plugged”- OFF		---
14	PC- Terminal	Envia “20”		Terminal – Retorna “40” Led’s – Verde Motor - Aberto
15	Disjuntor	Desligar		All OFF
OK				

A bancada de simulação de carregamento para a modo 3 contém um disjuntor para poder ligar a fonte de alimentação que por sua vez irá alimentar a Modo 3. Contém um vasto leque de equipamento necessário para realizar os teste como relé, um contactor, uma placa de led's, um motor para a tomada Menneke cuja sua função é prender a tomada ao carregador, um osciloscópio para visualizar o sinal de comunicação entre o VE e a placa e um computador para poder programar o *microchip*. Na programação do *microchip* é utilizado um *Pick it* para poder enviar o software. Para realizar a comunicação basta enviar uma *tranche* de código, exemplo: “A1 10 CC”. A primeira *tranche* é a identificação, a segunda parte da *tranche* é o comando e a ultima parte é o fim de trama. Os comandos estão identificados na tabela 3.



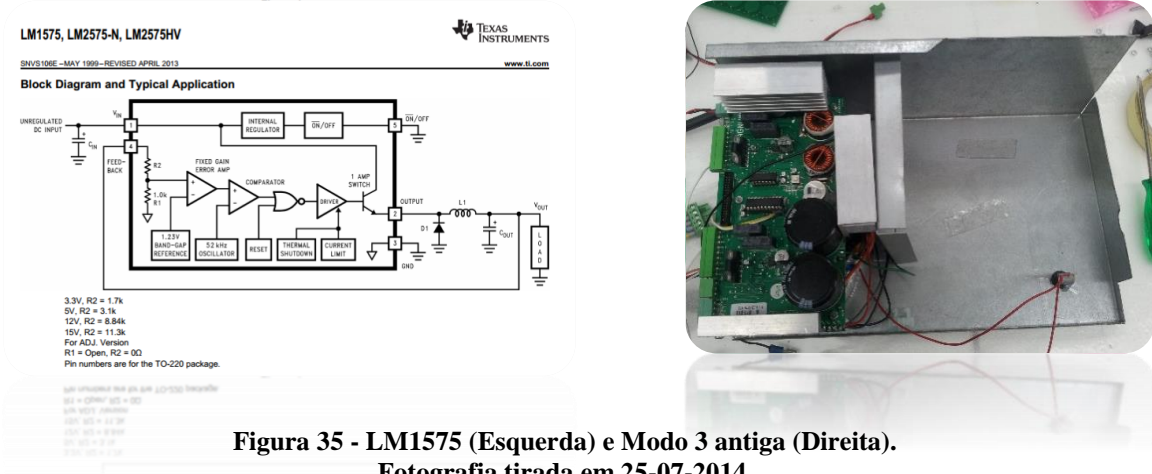
Figura 34 - Tipo de Onda da Modo 3 (Esquerda), Bancada de Teste (Direita). Fotografia tirada em 19-03-2014.

4.8.1. Reparação da versão antiga das placas modo 3

O procedimento de reparação de versões antigas consistia em pegar numa placa não conforme, ligar ao simulador de carregamento e encontrar o defeito para poder reparar. Este processo é necessário pois muitos carregadores MCR que estão espalhados por Portugal necessitam de manutenção e é necessário levar Modo 3 já reparadas para executar a troca. Normalmente o defeito destas placas está no regulador de tensão LM1575 que normalmente queima. Neste caso apenas teríamos de o trocar.

Um outro problema destas placas é que havia uma queda de tensão à saída do regular de tensão (5V) e consequentemente só chegavam ao “friendlyarm” 4.8V, devido ao fio ser longo e de fraca qualidade. Para corrigir este problema, colocou-se uma resistência de 220Ω na pista do *feedback* para aumentar tensão de saída. Isto é possível

porque assim irá se criar uma divisão de tensão com a tensão saída superior a tensão de comparação.



**Figura 35 - LM1575 (Esquerda) e Modo 3 antiga (Direita).
Fotografia tirada em 25-07-2014.**

4.9. Instalação Elétrica de uma pequena sala de apoio

Durante o início do estágio curricular foi proposto ajudar na instalação elétrica de um pequeno arrumo, para tomar conhecimento como é realizado uma instalação elétrica no terreno. Foi projetado nesta sala a colocação de dois conjuntos de lâmpadas tubulares fluorescentes, colocação de cinco tomadas e dois interruptores, uma para ligar a ventilação e outro para as luzes. Foi necessário esticar um cabo trifásico de 6 mm de seção desde de o quadro geral até a sala em questão. Colocou-se um quadro de derivação à entrada da sala e derivou-se para a iluminação, para a ventilação e para as tomadas.

Com a realização deste trabalho, a empresa ganhou um espaço para trabalhos manuais e um espaço para a pintura que até aqui não existia.

4.10. Codificação da referência dos equipamentos produzidos

Uma das funções que me foi proposto foi imprimir os números de série para cada produto que a Magnum Cap venda. Como tal foi necessário aprender a metodologia de impressão e a referência de codificação alfanumérica. Como tal foi criado uma codificação alfanumérica que identifica o tipo de equipamento, a versão do modelo, o

número de pontos de carga e o modo de funcionamento segundo a norma IEC 61851. Será adotado o seguinte formato:

Tipo de equipamento (2 caracteres): “Nk”, “QP”, “HK”, “CS”, onde:

Onde 1º Caractere . N =Normal Charge
. Q =Quick Charge
. H =Home Charge
. C =Condominium Charge
. R =Rapid Charge

E o 2º Caractere; Quiosque/Satélite/Power Cabinet (*1 character*): “K”/”S”/”P”;

Modelo do Equipamento (2 caracteres):

Um caractere significa: Ceia/Rimsys/LowCarbon/Sinepower/etc.: “C”/”R”/”L”/”S”;

Outro significa: Low Freq/High Freq/wall/Ground/Bike/Portatil etc.: ”L”/”H”/”W”/”G”/”B”/”P”;

Versão (3 Caracteres)

Indica a Potência e Corrente do carregador.

Nº Módulos e Potência / Nº Fases e Corrente: 412, 150, 116, 332 ...

Configuração (2 caracteres): Indicação do Tipo de Conectores: 00, 13, AA.

- “0” - Sem Conectores
- “1” – Tomada Tipo Schuko
- “2” – Tomada Industrial CE
- “3” – Conector J1772 – IEC 62196-1
- “4” – Tomada Mennekes - IEC 62196-2
- “5” – Tomada Scame - IEC 62196-3A
- “6” – Tomada Scame - IEC 62196-3C
- “7” – Tomada “combo VW”
- “8” – Tomada Tipo Britânica
- “9” – Conector Mennekes -
- “A” – Conector DC Chademo – IEC 62196-4

“B” – Conetor Combo

“C” – Conetor 63^a

Numeração Sequencial por Equipamento (4 *algarismos*): 0001, 0002,... , 3054. Esta numeração será incrementada sequencialmente e é independente do modelo e versão do equipamento. Ao imprimir cada número de série é necessário criar um QRCode diferente, pois futuramente irá ser criado um portal, para quando o operador for fazer a manutenção do carregador, basta tirar uma foto ao QRcode e tem acesso a todo o mecanismo de manutenção do carregador.



Figura 36 - Número de Serie. Fotografia tirada em 25-07-2014.

4.11. Produção de Carregadores para o Brasil

Durante o mês de Abril a empresa recebeu a maior encomenda até aqui produzidas pela Magnum Cap, tendo apenas um mês para realizar a entrega. Esta consistia na produção de 12 WallBox monofásicas com tomada Menneke e tomada industrial, 12 WallBox trifásicas com tomada Menneke e tomada industrial, 6 MCR 63, 25 MCR 32 e 1 MCR 16.

A encomenda seria uma exportação para o Brasil. Após a venda ficaria em contracto um vínculo que um técnico da empresa teria de visitar o local de destino para proceder à instalação dos carregadores nomeadamente na maior central hidroelétrica do Brasil Itaipu Binacional.

Para proceder a produção desta envergadura e em pouco espaço de tempo teve de haver uma reestruturação no processo de fabrico que costuma ser uma produção pequena para uma produção eficaz e eficiente. Como tal deram-se algumas prioridades pois, a empresa não tinha material em *stock* para proceder a montagem dos carregadores. Inicialmente coordenou-se o dimensionamento dos cabos para cada tipo de carregador, seguindo – se da preparação da estrutura de cada carregador consoante estes chegariam à fábrica. Houve duas equipas a trabalhar, no qual uma ficou responsável pelo fabrico das WallBox e outra dos MCR 63/32/16. Um dos problemas que as equipas confrontaram foi

a falta do equipamento elétrico para colocar nos carregadores pois como não havia em *stock* nem os fornecedores têm em grande quantidade houve uma grande perda de tempo na espera do equipamento.

Cada equipamento fazia-se acompanhado por uma folha de ordem de produção no qual cada técnico poderia visualizar o estado de produção a que se encontrava. Esta produção foi realizada com êxito pois foi conseguido enviar todos os equipamentos com os respetivos testes a tempo e a horas. Houve uma Wallbox que não foi entregue pois não passou no teste de qualidade o que levou a ser entregue posteriormente. Com os prazos de entrega apertados não houve tempo para conseguir corrigir o erro.

Um termo que o cliente pediu em especial atenção era a identificação de cada fio do quadro elétrico para facilitar a identificação caso haja alguma avaria. Com os prazos apertados de entrega dos carregadores apenas foi possível a identificação de um quadro, figura 39 (à esquerda). O código de identificação é constituído por uma numeração alfanumérica com três dígitos.

Com esta encomenda exigiu um trabalho de equipa árduo, bem como trabalhar sobre pressão. Nas figuras seguintes pode-se visualizar alguns processos de fabrico.



Figura 37 - Estruturas dos MCR. Fotografia tirada em 23-04-2014.

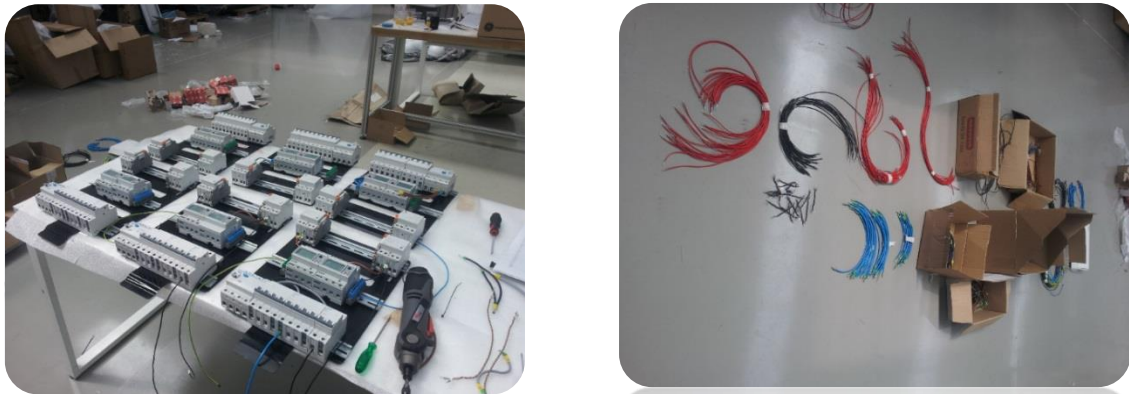


Figura 38 - Quadros elétricos (Esquerda), Conjunto de cabos para Quadro elétricos (Direita). Fotografia tirada em 23-04-2014.



Figura 39 - Quadro elétrico com etiquetas (esquerda), produção das Wallbox (direita). Fotografia tirada em 23-04-2014.

4.12. Implementação da Norma ISO 9001

O sistema da qualidade estabelecido pelo *International Organization for Standardization* (ISO) é destinado às instituições interessadas em implementar um sistema de gestão de qualidade, para demonstrar a sua capacidade de atender os requisitos de forma a melhorar a sua eficiência e eficácia no atendimento dos seus clientes. ISO 9001 baseia-se numa metodologia *plan-do-check-act* (planear-fazer-verificar-agir), que

ajuda as organizações a criar, implementar, monitorizar e medir os seus próprios processos de forma a obterem resultados que se enquadrem no âmbito das exigências da organização e melhorem continuamente a performance, adotando a respetiva ação mais adequada. Os passos de implementação do sistema da qualidade com vista à certificação ISO serão:

- Palestra de sensibilização – envolver as lideranças e o máximo de colaboradores;
- Diagnóstico – autoavaliação para identificar o grau de maturidade – permite à organização verificar como está e ter insumo para elaboração do planeamento.
- Planeamento da qualidade – elaborar um cronograma de implantação, rever a política, os objetivos e as metas a atingir;
- Levantamento dos requisitos dos clientes – Há que ouvir o cliente. Devem ser feitos grupos de foco ou pesquisas;
- Mapeamento de processos – Inclui também a análise e melhoria dos processos de gestão, apoio e negócio. É nesta fase que são considerados os requisitos dos clientes;
- Elaboração da documentação - Definição da estrutura de documentação e elaboração dos padrões pertinentes;
- Implementação e treinamento do sistema montado;
- Auditoria interna;
- Medição e análise crítica do sistema;
- Revisão dos padrões

4.12.1. Auditoria de certificação da Magnum Cap

Os Recursos Humanos da Magnum Cap levou a cabo a implementação da norma ISO 9001. Para implementação desta norma tivemos um supervisionamento de um Eng.º que têm visitado as instalações da empresa de duas em duas semanas para verificar a evolução da implementação desta. Para implementar a norma a empresa teve que sofrer algumas alterações, desde obras de requalificação a nível de segurança em caso de incendio. Sobre a organização e processos de trabalho, realizei em Visio um diagrama de Gantt sobre o processo de montagem de um MCR (Anexo V), organizei e delineei um mapa com zonas de trabalho (Anexo IV) que me foi proposto pelo Eng.º Pedro e propus processos de fabricação de uma WallBox, de um MCC e de um MCR (Anexo I, II e III).

A dificuldade da implementação da norma ISO 9001 foi a organização e a arrumação de toda a empresa segundo a norma. Este processo levou algumas semanas, devido a uma extensa desarrumação da empresa. Durante este tempo teve que se seleccionar tudo que pertence ao processo de fabrico e excluir tudo o resto que não pertence ao processo. Foi criado assim zonas de trabalho, zona de exposição, zona de embalagem, zonas de projetos, zonas de soldadura, zona de lixo entre outras. Todos os locais agora estão bem identificados bem como o sitio da ferramenta. Consequentemente é mais fácil para uma pessoa de fora identificar todo o processo de fabricação bem como o lugar da ferramenta.

A partir de agora cada carregador têm uma folha que o acompanha até ser embalado. Foi criado uma zona de produtos não conforme e produtos conforme que até aqui não havia. Estas duas zonas servem para colocar todo o material que precisa de ser reparado ou que esteja em perfeita condição mas já foi dado como retirado da base de dados.

4.13. Projeto em Solidworks

No último mês de estágio na Magnum Cap foi dado uma oportunidade de desenhar duas peças em Solidworks para ser mandado produzir no CEIIA. Na figura 40 (direita) encontra-se uma das peças metálicas que consiste na fixação da tomada industria para a WallBox desenhado em Solidworks. Na figura da esquerda encontra-se uma peça metálica para o suporte da tomada Chademo.

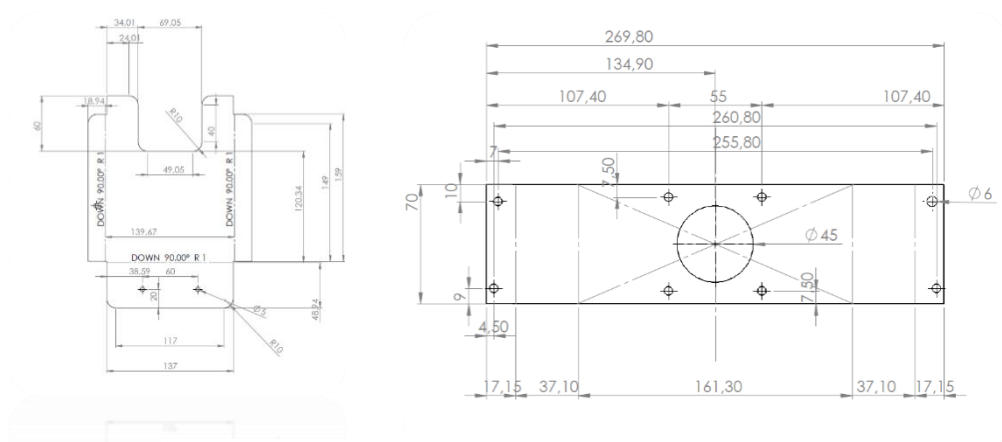


Figura 40 - Peças metálicas em Solidworks.

4.14. Acompanhamento de uma manutenção

No dia 23 Maio acompanhei o Eng.º António Ferreira a uma manutenção de uma Wallbox, pois encontrava-se avariada. No dia anterior houve a especial atenção em preparar o material necessário para a realização desta manutenção. Este material consistiu uma mesa de apoio, caixa de ferramentas, escadas, tubo VD 16, cabo de 4 mm de secção, um computador, um *pick it*, um rolo de *foam*, simulador de carregamento e material elétrico idêntico a uma WallBox que se lá encontrava.

Partiu-se de Aveiro às 9 horas em direção à EDP de Braga, onde se encontrava a WallBox avariada. Inicialmente, fez-se os testes com os nossos equipamentos à WallBox para despistar uma possível avaria no carregamento do VE. Como não foi detetado qualquer problema do VE, procedeu-se à desmontagem da WallBox. Fez-se teste de comunicação entre o carregador e o computador. Verificou-se que uma placa de Modo 3 estava avaria e consequentemente prosseguiu-se à troca desta. Detetamos uma pequena falha na montagem da placa, pois havia um parafuso a tocar nela e consequentemente levou a um curto-circuito.

No fim de tudo montado, seguiu-se com os testes finais de carregamento com o nosso simulador e posterior com o VE. A intervenção correu como previsto e com sucesso.



Figura 41 - Acompanhamento há manutenção. Fotografia tirada em 23-05-2014.

4.15. Acompanhamento de uma instalação ao domicílio

No fim de fazer a manutenção na parte da manhã em Braga (como foi referido no tópico anterior), dirigimo-nos em direção à Boavista no Porto para proceder à instalação de uma EasyBox da parte da tarde. A instalação estava combinada por volta das 15h (no qual fomos pontuais). Já em contacto com o cliente, indicou-nos o local da instalação do equipamento. Debatemos algumas ideias com o cliente sobre a posição que gostaria que o equipamento ficasse e assim procedermos à sua instalação. Ficou decidido ficar à esquerda do quadro elétrico como se pode verificar na figura 42. Como tal teve que se modificar as ligações dentro da EasyBox, pois o cabo de entrada inicialmente estava à esquerda e a tomada “Mennekes” à direita. Deste modo o problema foi rapidamente resolvido por mim. De seguida procedeu-se à inspeção do quadro elétrico do cliente para verificar se estava tudo em ordem. Seguiu-se à fixação do equipamento na parede e à conexão das cabelagens do equipamento ao quadro elétrico.

Posteriormente foram realizados alguns testes e uma simulação de carregamento. Neste caso o cliente ainda não tinha comprado o veículo elétrico, então o cliente dirigiu-se ao *stand* e trouxe um exemplar pretendia adquirir futuramente. Com o VE demonstramos o funcionamento do nosso produto, bem como as regras de funcionamento da Easybox.



**Figura 42 - Instalação de uma EasyBox.
Fotografia tirada em 23-05-2014.**

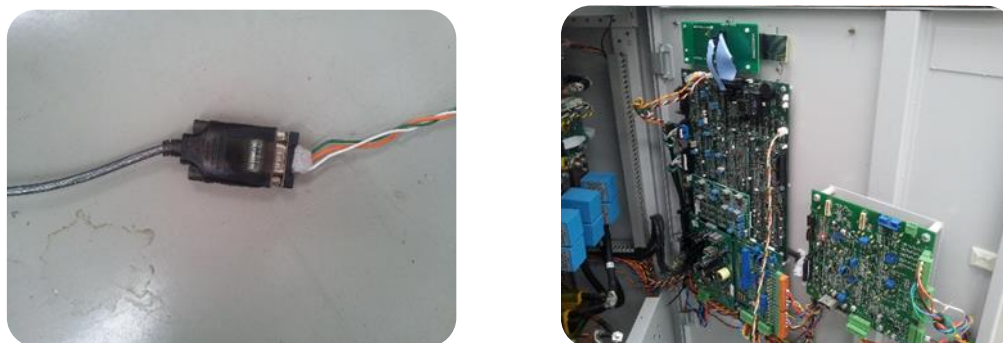
4.16. Projeto do inversor

A última atividade desenvolvida na empresa da Magnum Cap foi um pequeno programa de interpretação do protocolo do inversor. Este protocolo têm como nome “MegaTec Extended Communications Protocol – for Three Phase UPS” e é usado na comunicação do inversor [32].

Com este projeto é pretendido interpretar o protocolo de comunicação e comandar o funcionamento do inversor através de um computador. Neste caso o Eng.º José queria tirar informação da energia disponível, consumida e até fazer um histórico da energia produzida pelos painéis fotovoltaicos da empresa e apresentar num ecrã à entrada da empresa. Esta aplicação tem como caracter mostrar aos clientes da empresa que a Magnum Cap é amiga do ambiente e utiliza geralmente energia proveniente dos painéis.

O engenheiro responsável pelo inversor é o Eng.º Cristiano. Como tal foi ele que me supervisionou enquanto eu programava. Para começar este projeto tive de instalar o sistema operativo (OS) Linux, Debian para poder comunicar com o inversor. Poderia ter programado no OS Windows mas a política da empresa é utilizar todos o mesmo sistema operativo, pois cajo haja problemas poderá haver uma interajuda maior do que cada um utilizar o seu OS.

A comunicação entre o computador e o inversor é feito por um cabo RS232C como pode ser observado na Figura 43. No caso do computador o RX corresponde ao TX (pin 9) do inversor, o TX ao RX (pin 6) do inversor e o GND é o pin (7).



**Figura 43 - RS232C (Esquerda) e Placa de comunicação do inversor (Direita).
Fotografia tirada em 25-07-2014.**

No fim da ligação entre o computador e o inversor passou-se para a programação. Em Linux utilizei o programa Eclipse como compilador de programação em C. O tipo de

programação utilizada da Magnum Cap segue o padrão para desenvolvimento de software em linguagem de programação C, desenvolvida pela Motor Industry Software Reliability Association (MISRA C). O seu objetivo é facilitar a portabilidade e a confiabilidade de código contido em veículos. Neste caso o Eng.º Cristiano apenas me ensinou o básico destas regras de programação.

Para iniciar a programação deste programa, primeiro tive de compreender o protocolo de comunicação, retirar as informações mais importantes como todos os comandos acabam em <cr>, o inversor responde a cada 500ms e o que cada comando efetua.

Ao princípio o Eng.º Cristiano apresentou-me métodos de escrever o algoritmo bem como a utilização de algoritmo já desenvolvido por ele. Comecei por invocar as estruturas que iriam ser utilizadas e os comandos de envio. De seguida criei estruturas para armazenar a informação do comando enviado. Criei funções de reiniciar o inversor, retirar informação sobre este, ativação do som de aviso e envio de comandos. Um dos métodos de programação do Eng.º Cristiano é a criação de falhas no algoritmo para saber, caso falhe a compilação, saber a causa deste.

Os comandos enviados para o inversor são os seguintes:

Tabela 4 - Comandos de Comunicação

Comando	Descrição
G0	Scan UPS
G1	UPS real time data
G2	UPS status inquiry
G3	UPS real time data for 3 phase
GF	UPS rating information
Q1	Status inquiry
Q	Turn on/off beep
S	Shut down
C	Cancel shut down
I	Ups information command
F	UPS rating information

Consoante o comando enviado ao inversor ele responde com uma *tranche* de informação e no qual tive de retirar a informação importante através do ‘scanf’. Lê-se a *string* que o inversor envia e com o ‘scanf’ retiramos o necessário como poderá ser visualizado na figura seguinte, neste caso irá ler a informação sobre o comando ‘Q1’.

```

8      sscanf (buff,
9              "!!%uV/%uV %*dP%*dW %u %*dV/%*dV %*dP%*dW %*d %uV/%*dV %*dP%*dW %u %*d %uKVA [%^r]",
1             (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_n,
2             (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_p,
3             (unsigned int *) &out_data.gf.rect_freq,
4             (unsigned int *) &out_data.gf.output_voltage,
5             (unsigned int *) &out_data.gf.output_freq,
6             (unsigned int *) &out_data.gf.power_rating);
7      out_data.q1 = parse_data_q1 (buff);
8      for (i = 0; i < rc; i++)
9      {
10         printf ("%c:", buff[i]);
11     }
12     printf ("\n");
13 }
14
15 }

```

Figura 44- Código de 'sscanf'

Ao compilar o algoritmo na prompt de comando (CMD) do OS, conseguia visualizar o estado do inversor. Um dos exemplos pode-se observar na figura 45.

```

sebastian@Sebastian:~/workspace/Meter_Test/Release$ ./Meter_Test
1406562181.277 WARN      Meter Test: log start: Mon Jul 28 16:43:01 2014

1406562181.283 INFO      RS232: /dev/ttyUSB0 Is Open fd=3
:0:0:0:0:0: :0:0:0:0:0: :2:2:6:0:0: :0:0:6: :0:0:0:0: :0:0:0:0: :2:8:0:0: :1:1:0:0:0:0:1:0:
: : : : : : : : : : : : : :S:I:N:E:3:3: : : : :V:4:0:0: : : : : :

UPS temperature 28.0
Output Frequency 50.0
UPS status flag 3
voltage L1 226.0
voltage L2 226.0
voltage L3 226.0
load L1 6.0
load L2 4.0
load L3 10.0
rect voltage_ph_n 230
rect voltage_ph_ph 400
freq 50
out voltage 230
out freq 50
power 200
ups status flag q1 0
version SINE33

```

Figura 45 - Leitura de valores do Inversor

Neste caso compilava “./Meter_Test”, e o algoritmo envia para o inversor os comandos descritos anteriormente. A *string* apresenta na figura anterior pode-se ver a versão do inversor seguido dos valores lidos, como por exemplo a temperatura do inversor, a tensão em cada fase, a carga em percentagem de cada fase, a frequência e a potência do inversor. O algoritmo encontra-se no (Anexo VI).

Este projeto não ficou concluído na totalidade mas a parte da comunicação e leitura ficou concluída. Na figura 46 pode-se observar o inversor no qual trabalhei e que é alimentado por painéis fotovoltaicos. A empresa têm um aparelho de compensação ligado a rede elétrica caso a energia fornecida pelos painéis for inferior à consumida.



Figura 46 – Inversor. Fotografia tirada em 25-07-2014.

5. CONCLUSÕES

No final de um trabalho desta natureza, considerei importante e pertinente refletir um pouco sobre o estágio realizado. Nesta reflexão crítica pretendo realizar uma autoavaliação, refletir e fazer um balanço, sou seja, posicionar-me criticamente face a várias questões do estágio relativamente: à sua organização (se teve relação com a área de estudos, a duração e horário, a sua coerência...); às atividades desenvolvidas (se permitiram aplicar conhecimentos ou adquirir outras capacidades e competências...); aos objetivos (se foram cumpridos, se sim de que forma, se não porquê...); à minha atitude enquanto estagiária (iniciativa, responsabilidade, pontualidade...); e às aprendizagens efetuadas (aprendizagens significativas e que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal...).

Quanto à organização do estágio, houve alguma falta de comunicação entre o instituto e a empresa ao definir objetivos iniciais de estágio. Penso que deveria ter havido um contacto verbal entre ambos, mas num modo geral correu bem.

Relativamente às atividades realizadas, o balanço é positivos, uma vez que estas como é uma empresa pequena pude passar e visualizar todas as etapas de fabrico e de desenvolvimento praticadas pela empresa. No entanto, a minha vontade e intenção como aprendiz seria poder ter tido a oportunidade de desenvolver atividades mais diversificadas, de forma a adquirir mais competências e capacidades, e não fazer mais do mesmo. Ainda assim, não menosprezo as atividades que realizei, pois tiveram o seu sentido e pertinência e são a base de qualquer trabalho. Para além disso, essas atividades permitiram adquirir competências que são transversais a qualquer atividade profissional quer do saber, saber-ser e saber-fazer. Enquanto estagiário na Magnum Cap produzimos cerca de 119 carregadores em nove meses de estágio. Ao longo do estágio, tentei ter sempre uma atitude positiva, mostrei-me sempre disponível e com vontade de aprender mais, sendo sempre pontual e assídua.

Referindo-me agora a aspetos salientes de aprendizagem, várias foram as aprendizagens efetuadas ao longo do estágio. Este permitiu o desenvolvimento de capacidades relacionais de comunicação e de trabalho em equipa, pois obrigou -me a interagir com pessoas, e daí praticar e melhorar competências sociais e a capacidade de dialogar. Outra aprendizagem prendeu-se com melhorar a minha intervenção na área

através do conhecimento de uma organização em vários domínios, e também o desenvolvimento de competências profissionais mais técnicas (planificação, análise, avaliação, observação, reflexão). Para além disso, a aprendizagem que considerei mais significativa foi a de obter conhecimentos sobre a organização, funcionamento e atividades de uma organização educacional, obtendo assim outra perspetiva da realidade. O estágio colocou-me em situações onde aprendi a tomar iniciativas, exercitar e assumir responsabilidades, a resolver problemas e a tornar-me mais autónomo.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] - Thomas Davenport - Electrical Pioneer. Disponível em:
<http://edisontechcenter.org/DavenportThomas.html>. Acedido: 21-Jan-2014.
- [2] - Ayrton & Perry 1881: the first electric car rebuilt. Disponível em:
<http://www.technologicvehicles.com/en/green-transportation-news/1356/video-greenclassic-ayrton-perry-1881-the-fir#.VAUczcVdWSp>. Acedido: 21-Jan-2014.
- [3] - World's first electric car built by Victorian inventor in 1884. Disponível em:
<http://www.telegraph.co.uk/news/newstopics/howaboutthat/5212278/Worlds-firstelectric-car-built-by-Victorian-inventor-in-1884.html>. Acedido: 21-Jan-2014.
- [4] - Electric Vehicles History Part III. Disponível em:
<http://www.electricvehiclesnews.com/History/historyearlyIII.htm>. Acedido: 15-Jul-2014.
- [5] - Sistema de tração de um VEC (Veículo Elétrico de Competição), Porto, 2010. Disponível em:
http://paginas.fe.up.pt/~ee06254/tiagoramos/documentos/estado_de_arte.pdf. Acedido: 15-Jul-2014.
- [6] - M. Ehsani, Y. Gao, A. Emadi, Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. Disponível em: <http://dualibra.com/wp-content/uploads/2011/06/Modern-Electric-Hybrid-Electric-and-Fuel-Cell-Vehicles.pdf>. Acedido: 15-Jul-2014.
- [7] - G. Winnischofer, Modelamento de veículo híbrido-elétrico para transporte coletivo, São paulo, 2004. Disponível em:
<http://pt.scribd.com/doc/40634730/VEICULOHIBRIDO-ELETRICO>. Acedido: 16-Jul-2014.
- [8] - EU action on climate. Disponível em:
http://ec.europa.eu/clima/policies/brief/eu/index_en.htm. Acedido: 17-Jul-2014.

[9] - European commission, R&D involvement in the EU Economic Recovery Plan: focus on the three Public Private Partnerships The Energy-efficient buildings, Factories of Future and European Green cars Initiatives. Disponível em: http://ec.europa.eu/research/press/2009/pdf/ppp-fact-sheet_en.pdf. Acedido: 17-Jul-2014.

[10] – Mobile Energy Resources in Grids of Electricity. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~ee07155/wp-content/uploads/2012/03/Projeto-MERGE-Identification-of-Traffic-Patterns-and-Human-Behaviour.pdf>. Acedido: 18-Jul-2014.

[11] – European SmartGrids Technology Platform. Disponível em: <http://www.smartgrids.eu/documents/vision.pdf>. Acedido: 18-Jul-2014.

[12] – European Initiative on Smart Cities. Disponível: <http://setis.ec.europa.eu/set-plan-implementation/technology-roadmaps/european-initiative-smart-cities>. Acedido: 03-Fev-2014.

[13] – Objectives of Mobi.Europe. Disponível em: <http://www.mobieurope.eu/the-project/objectives/>. Acedido: 25-Ago-2014.

[14]- Mobilidade Elétrica. Disponível em: <http://www.mun-guarda.pt/index.asp?idedicao=51&idSeccao=822&Action=seccao>. Acedido: 25-Ago-2014.

[15]- Projeto Mobilidade Sustentável. Disponível em: <http://sniamb.apambiente.pt/mobilidade/>. Acedido: 25-Ago-2014.

[16] – Diário da República 1º- série – N.º 173-7 de Setembro de 2009, 6003, Disponível em: http://www.apve.pt/upload/docs/rcm81_2009.pdf. Acedido: 16-Jul-2014.

[17] – Prós e contras. Disponível em: <http://www.veiculoselectricospt.com/pros-e-contras/>. Acedido: 20-Jul-2014.

- [18] - Disponível em: <https://energia.edp.pt/particulares/servicos/mobilidade-eletrica.aspx#vantagens>. Acedido: 20-Jul-2014.
- [19] – EDP, O futuro da mobilidade é elétrico. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/IEC_62196. Acedido: 20-Jul-2014.
- [20] - Apresentação Magnum Cap, Power Point, Eng. Domingos.
- [21] - Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J1772. Acedido: 23-Jul-2014.
- [22] - Tomada Menneke. Disponível em: http://www.mennekes.de/uploads/media/Type2_with_Shutter_01.pdf. Acedido: 23-Jul-2014.
- [23] – Tomada Scame. Disponível em: http://www.schneider-electric.be/belgium/nl/bedrijf/pers/viewer-persberichten.page?c_filepath=/templatedata/Content/Press_Release/data/nl/local/2010/09/20100920_de_ev_plug_alliance_kondigt_nieuwe_leden_aan_en_hun_eerste_beschikbare_producten.xml. Acedido: 25-Ago-2014.
- [24] – Tomada Chademo. Disponível em: <http://eco-motion.fr/content/19-la-prise-de-charge-type-chademo-mode-4.html>. Acedido: 25-Ago-2014.
- [25] – Tomada Combo. Disponível em: <http://www.extremetech.com/extreme/158408-recharge-your-electric-vehicle-in-20-minutes-starting-later-this-year>. Acedido: 25-Ago-2014.
- [26] – Nikola Tesla, Biografia. Disponível em: <https://sites.google.com/site/professorpifer/biografia-de-fisicos/tesla>. Acedido: 01-Set-2014.
- [27] – Carregamento indutivo, Witricity. Disponível em: <http://witricity.com/applications/automotive/>. Acedido: 24-Jul-2014.

[28 - V2G, Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle-to-grid>. Acedido: 26-Ago-2014.

[29] – Vehicle to Grid. Disponível em: http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/avta/pdfs/evse/v2g_power_flow_rpt.pdf. Acedido: 26-Ago-2014.

[30] – Apresentação da EDP sobre Inov. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/mbenquerenca/desenvolvimento-da-smartgrid-da-edp-projecto-inovgrid>. Acedido: 10-Jul-2014.

[31] – SmartPark da Martifer. Disponível em: <http://www.martifer.pt/pt/clipping/martifer-solar-completa-primeira-instalacao-smartpark-nos-eua/>. Acedido: 27-Jul-2014.

[32] – Megatec Ups Protocol, Disponível em [http://www.rta.com.br/arquivos/MEGAPRO7\(Protocolo-Megatec\).pdf](http://www.rta.com.br/arquivos/MEGAPRO7(Protocolo-Megatec).pdf). Acedido: 2-Set-2014.

ANEXOS

Anexo I - Processo de fabricação de um MCR

PROCESSO	ETAPA	DURAÇÃO
Preparação da estrutura	FURAR ESTRUTURA MCR PARA: <ul style="list-style-type: none"> CHAPA METÁLICA QUAD. ELÉTRICO (2 FUROS) CHAPA DA FONTE (2 FUROS) CHAPA BATERIA (2 FUROS) LIGAÇÃO TERRA (1 FURO) CALHA DIN UPS (2 FUROS) PASSAGEM PARA CABOS (1 FURO) 	30 Min
	CORTAR CALHA DIN COM 28 CM, 3X	10 Min
	FURAR <ul style="list-style-type: none"> CHAPA DA FONTE (2 FUROS) CHAPA BATERIA (2 FUROS) 	10 Min
	COLOCAR FECHADURA NAS PORTAS	15 Min
	COLOCAR PORTAS NO MCR	5 Min
Acabamentos	PINTAR <ul style="list-style-type: none"> CHAPA METÁLICA QUAD. ELÉTRICO CHAPA DA FONTE CHAPA BATERIA 	15 Min (2H/TEMPO DE ESPERA PARA SECAR))
Fixação	COLAR A FRAME NO ACRÍLICO	10 Min (2 H/TEMPO DE ESPERA PARA SECAR)
	COLAR ACRILICO NA ESTRUTURA DO MCR	5 Min (FICAR DE UM DIA PARA O OUTRO/12H)
Cravar e Apertar	CRAVAR PORCAS (3)	5 Min
	COLOCAR REBITES (2) NA CALHA DIN PARA UPS	3 Min
	REBITAR (6) CALHA DIN -> CHAPA METÁLICA QUAD. ELÉTRICO	4 Min
Corte Fios e Descarnar	CORTAR FIO <ul style="list-style-type: none"> COLOCAR PONTEIRAS 	2H 30 Min
Instalação do Quadro Elétrico (zona 2*)	COLOCAR GUARDA-VENTO CHAPA BASE	15 Min
	MONTAGEM DO QUAD. ELECTRICO <ul style="list-style-type: none"> LIGAÇÕES TOMADAS 	1h 30 Min
	COLOCAR TOMADAS NO MCR	10 Min
	COLOCAR QUAD.ELECTRICO NO MCR	5 Min
	COLOCAR MOTORES NAS TOMADAS	15 Min
	LIGAÇÕES RESTANTES	30 Min
	Colocar modo3 na caixa de módulos	10 Min
	COLOCAR 2 LED'S NA ESTRUTURA MCR	4 Min
Montagem na Zona 1*	COLOCAR FRIENDLY ARM <ul style="list-style-type: none"> LIMPAR ECRÃ 	15 Min
	COLOCAR CHAPA + FONTE	4 Min
	COLOCAR ROUTER	5 Min
	COLOCAR HUB	3 Min
Verificação dos componentes elétricos	<ul style="list-style-type: none"> DIFERENCIAL DISJUNTOR CONTACTOR RELE MODO 3 UPS FONTE 	8 Min

	<ul style="list-style-type: none"> • BATERIA • FRIENDLY ARM • USB • BARRAMENTO 	
Limpeza	ASPIRAR MCR	2 Min
	LIMPAR MCR	3 Min
Fixação de autocolantes	FAZER NUMEROS DE SERIE	10 Min
	COLAR AUTOCLANTES <ul style="list-style-type: none"> • NUMEROS DE SERIE • OUTROS 	10 Min
Ensaio e Certificação de Qualidade	LIGAR CARREGADOR A REDE	5 Min
	TESTAR 2 LED'S	1 Min
	CALIBRAR E TESTAR MODO 3	5 Min
	TESTES FINAIS	10 Min
Embalamento/Expedição	EMBALAMENTO	10 Min
	TOTAL	448 Min cerca de 7h e 27 Min

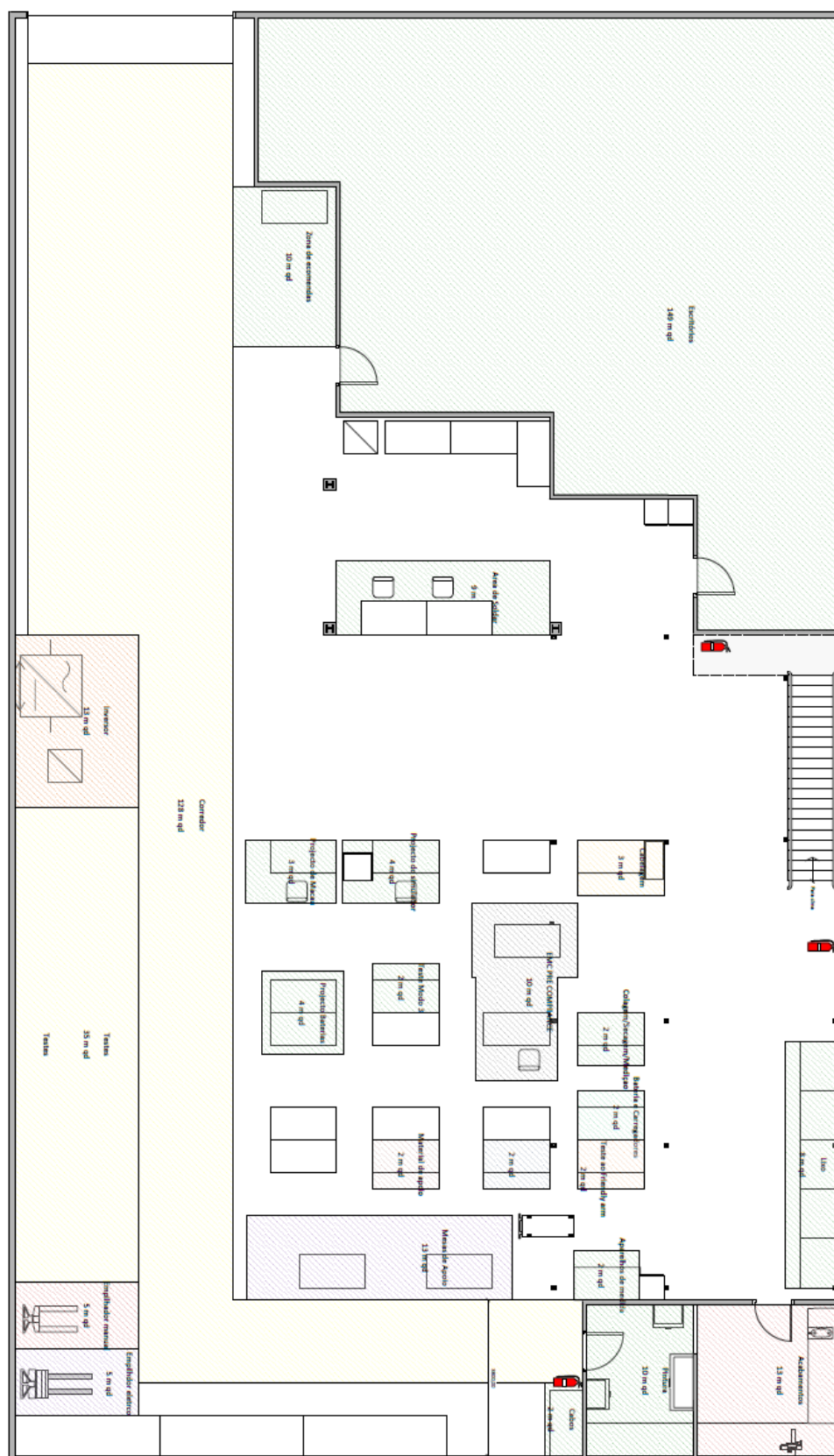
Anexo II - Processo de Fabricação de um WallBox

Processo	Etapas	Duração
Preparação da estrutura	Cortar Calha Din	10 Min
	Furar Calha Din e estrutura	10 Min
	Colocar Esponja entre Led's	3 Min
Cravar e Apertar	Cravar Porca (8)	10 Min
	Colocar Rebites na Calha Din (2)	5 Min
	Colocar Parafusos para Led's	5 Min
	Colocar Parafusos para Barramentos	10 Min
	Colocar Parafusos para Segurar estrutura a frente	5 Min
	Colocar Parafusos para Fonte	5 Min
	Colocar Parafusos Modo 3	5 Min
	Colocar fio Terra	2 Min
Corte Fios e Descarnar	CORTAR FIO • COLOCAR PONTEIRAS	1H
Instalação do Quadro Elétrico	Colocar componentes	5 Min
	Fazer Ligações	1h
Verificação dos componentes elétricos	<ul style="list-style-type: none"> • Contactor • Relé • Modo 3 • Fonte • Barramentos • Led's 	5 Min
Fixação de autocolantes	Imprimir números de séries	10 MIN
	Colocar autocolantes	10 MIN
	<ul style="list-style-type: none"> • Números de Séries • Outros 	
Ensaio e Certificação de Qualidade	Ligar Carregador à rede	5 MIN
	Testar 2 led's	2 MIN
	Calibrar e testar modo 3	5 MIN
	Testes finais	10MIN
Embalamento/ Expedição	Embalamento	10 MIN

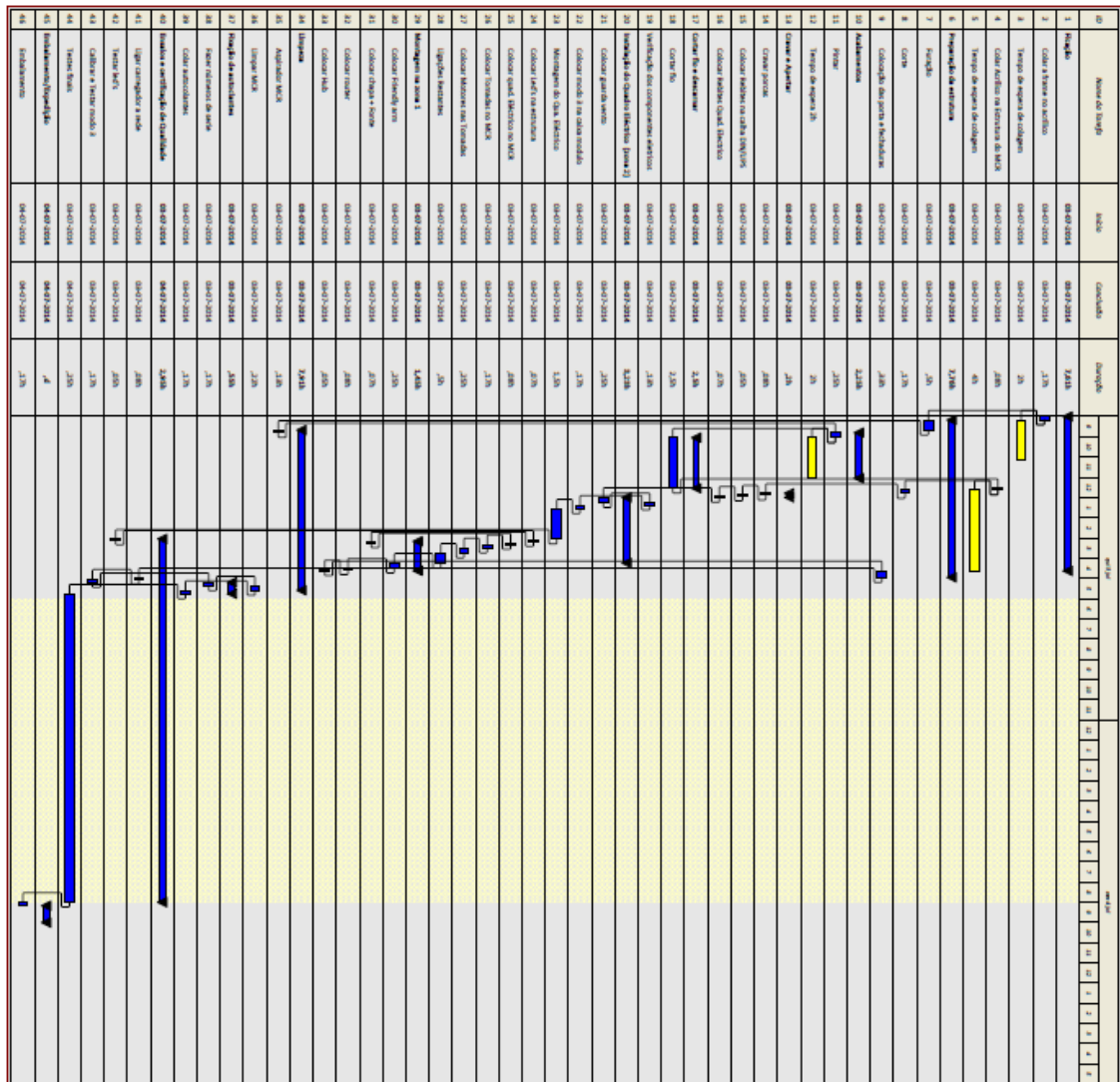
Anexo III - Processo de Fabricação de uma MCC

Processo	Etapas	Duração
Preparação da estrutura	Cortar Calha Din	10 Min
	Furar Calha Din e estrutura	15 Min
	Furar Estrutura para: <ul style="list-style-type: none"> • Fonte • Modo 3 • Tomada Menneke 	10 Min
	Cortar Rosca para Tomada Menneke	20 Min
	Cortar chapa para Fonte	15 Min
	Corta chapa para Modo 3	10 Min
Cravar e Apertar	Cravar Porca (2)	5 Min
	Colocar Rebites na Calha Din (2)	5 Min
	Colocar Parafusos para Led's	5 Min
	Colocar fio Terra	2 Min
	Colocar Parafusos para Segurar estrutura a frente	5 Min
	Colocar Parafusos para Fonte	5 Min
	Colocar Parafusos Modo 3	5 Min
	Colocar parafusos para estrutura traseira	5 Min
Corte Fios e Descarnar	Cortar fio <ul style="list-style-type: none"> • Colocar ponteiras 	1H 30 MIN
Instalação do Quadro Elétrico	Colocar componentes	5 Min
	Colocar Motores	5 Min
	Fazer Ligações	1h
Verificação dos componentes elétricos	<ul style="list-style-type: none"> • Disjuntores • Contactor • Relé • Modo 3 • Fonte • Barramentos • Led's 	5 Min
Fixação	Colocar Anel de Borracha	5 Min
Fixação de autocolantes	Imprimir números de séries	10 MIN
	Colocar autocolantes <ul style="list-style-type: none"> • Números de Séries • Outros 	10 MIN
Ensaio e Certificação de Qualidade	Ligar Carregador à rede	5 MIN
	Testar 2 led's	2 MIN
	Calibrar e testar modo 3	5 MIN
	Testes finais	10MIN
Embalamento/ Expedição	Embalamento	10 MIN

Anexo IV – Disposição da área de trabalho



Anexo V – Diagrama de Gantt



Anexo VI – Código em C

```

* meter_test_main.c
*
* Created on: JUN 20, 2014
* Author: Cristiano Rodrigues / Claudio Sebastiao

#include <stdlib.h>
#include <stdint.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <termios.h>
#include <fcntl.h>
#include <math.h>
#include "mc_serial.h"
#include "mc_log.h"
#include "mc_timers.h"

typedef enum
{
UPS_ALL_FINE, UPS_LOW_BATT, UPS_LOW_BATT_SD, UPS_RECT_ERROR
} ups_stat_t;

typedef enum
{
    UPS_UTILITY_F,
    UPS_BAT_LOW,
    UPS_BYPASS_BOOST,
    UPS_FAILED,
    UPS_ONLINE,
    UPS_TEST,
    UPS_SHUTDOWN,
    UPS_BEEPER
} ups_stat_q1_t;

typedef enum
{
    COMM_ALL_FINE,
    COMM_FRAME_WRITE_ERROR,
    COMM_FRAME_READ_ERROR,
    COMM_TIME_OUT
} comm_stat_t;

typedef enum
{
    CMD_UPS_SCAN_G0,
    CMD_UPS_RT_DATA_G1,
    CMD_UPS_STAT_INQ_G2,
    CMD_UPS_3PH_RT_DATA_G3,
    CMD_UPS_RATING_INFO_GF,
    CMD_UPSSTAT_INQ_Q1,
    CMD_UPS_INFO_I,
    CMD_RATE_INFO_F,
    CMD_BEEP,
    CMD_SHUTDOWN,
    CMD_SHUT_REST
} ups_req_t;

```

```
uint8_t cmd_req[11][9] =
{
{ 'G', '0', '\r' },
{ 'G', '1', '\r' },
{ 'G', '2', '\r' },
{ 'G', '3', '\r' },
{ 'G', 'F', '\r' },
{ 'Q', '1', '\r' }, { 'T', '\r' },
{ 'F', '\r' },
{ 'Q', '\r' }, { 'S', '0', '3', '\r' },
{ 'S', '0', '3', 'R', '0', '0', '0', '1', '\r' } };
```

```
typedef struct
{
uint8_t time_shut;
} ups_shut_t;
```

```
typedef struct
{
uint16_t batt_volt;
uint8_t batt_cap;
float batt_curr_chrg;
float ups_temp;
float input_freq;
float bypass_freq;
float out_freq;
} ups_g1_t;
```

```
typedef struct
{
ups_stat_t rectifier_status;
} ups_g2_t;
```

```
typedef struct
{
float input_r;
float input_s;
float input_t;

float bypass_r;
float bypass_s;
float bypass_t;

float output_r;
float output_s;
float output_t;

float load_r;
float load_s;
float load_t;
} ups_g3_t;
```

```
typedef struct
{
uint16_t rect_voltage_p_n;
uint16_t rect_voltage_p_p;
uint16_t rect_freq;
uint16_t output_voltage;
```

```

        uint16_t output_freq;
        uint16_t power_rating;

    } ups_gf_t;

typedef struct
{
    float input_voltage;
    float input_fault_voltage;
    float output_voltage;
    float output_current;
    ups_stat_q1_t rectifier_status_q1;

} ups_q1_t;

typedef struct
{
    char company_name[20];
    char ups_model[20];
    char version[100];
} ups_i_t;

typedef struct
{
    comm_stat_t comm_status;
    ups_g1_t g1;
    ups_g2_t g2;
    ups_g3_t g3;
    ups_gf_t gf;
    ups_q1_t q1;
    ups_i_t i;
} ups_info_t;

typedef struct
{
    ups_shut_t shut;
} ups_info_shut;

ups_g2_t parse_data_g2 (char *buffer)
{
    ups_g2_t out;
    if (buffer[2])
    {
        out.rectifier_status = UPS_RECT_ERROR;
    }
    else if (buffer[3])
    {
        out.rectifier_status = UPS_LOW_BATT_SD;
    }
    else if (buffer[4])
    {
        out.rectifier_status = UPS_LOW_BATT;
    }
    else
    {
        out.rectifier_status = UPS_ALL_FINE;
    }
    return out;
}

```

```

ups_q1_t parse_data_q1 (char *buffer)
{
    ups_q1_t out;

    if (buffer[39])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_UTILITY_F;
    }
    else if (buffer[40])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_BAT_LOW;
    }
    else if (buffer[41])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_BYPASS_BOOST;
    }
    else if (buffer[42])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_FAILED;
    }
    else if (buffer[43])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_ONLINE;
    }
    else if (buffer[44])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_TEST;
    }
    else if (buffer[45])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_SHUTDOWN;
    }
    else if (buffer[46])
    {
        out.rectifier_status_q1 = UPS_BEEPER;
    }
    return out;
}

void get_ups_shut_restore (FILE *fplog, int fd_ups, char *who)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who);
    mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_SHUT_REST], 9, who);
}

ups_info_shut get_ups_shutdown (FILE *fplog, int fd_ups, char *who)
{
    ups_info_shut out_data_s;
    char buff_s[100];
    int rc;

    memset (&out_data_s, 0, sizeof(ups_info_shut));
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who);
    mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_SHUTDOWN], 4, who);
    rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups, (uint8_t *) buff_s,
                                        100, 200, 700, "SHUT");

    if (rc > 0)
    {

```

```

        buff_s[rc] = '\0';
        log_printf (fplog, LOG_INFO, "shutdown data %s\n", buff_s);
    }
    else
    {
        log_printf (fplog, LOG_INFO, "No data (%d)", rc);
    }

    sscanf(buff_s, "%u[^\r]", (unsigned int *)&out_data_s.shut.time_shut);

    return out_data_s;
}

void get_beep(FILE *fplog, int fd_ups, char *who)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who);
    mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_BEEP], 2, who);
}

ups_info_t
get_ups_info (FILE *fplog, int fd_ups, char *who)
{
    ups_info_t out_data;
    int rc;
    char buff[100];
    int i;

    memset (&out_data, 0, sizeof(ups_info_t)); // coloca tudo a 0
    //////////////// G1 ////////////////////////////
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who); // limpa o buffer da porta de serie

    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPS_RT_DATA_G1], 3, who)
        != 3)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
        (uint8_t *) buff, 100,
        200, 700, who)) != 41
        || buff[0] != '!' || buff[40] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc1 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else
        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
    else
    {
        sscanf (buff, "!%u %u %*d %f %f %f %f %f[^\r]",
            (unsigned int *) &out_data.g1.batt_volt,
            (unsigned int *) &out_data.g1.batt_cap,
            &out_data.g1.batt_curr_chrg, &out_data.g1.ups_temp,
            &out_data.g1.input_freq, &out_data.g1.bypass_freq,
            &out_data.g1.out_freq);
    }
}

```

```

scanf(buff, "!%u %u %*d %f %f %f %f %f %f",
      (unsigned int *) &out_data.g1.batt_volt,
      (unsigned int *) &out_data.g1.batt_cap,
      &out_data.g1.batt_curr_chrg, &out_data.g1.ups_temp,
      &out_data.g1.input_freq, &out_data.g1.bypass_freq,
      &out_data.g1.out_freq);
}
////////// G 2 //////////
if (out_data.comm_status == COMM_ALL_FINE)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who);
    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPS_STAT_INQ_G2], 3,
                    who) != 3)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
        (uint8_t *) buff,
        100, 200, 700,
        who)) != 28
        || buff[0] != '!' || buff[27] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc2 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else
        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
    else
    {
        out_data.g2 = parse_data_g2 (buff);
    }
}
////////// G3 //////////
if (out_data.comm_status == COMM_ALL_FINE)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who); // limpa o buffer da porta de serie

    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPS_3PH_RT_DATA_G3],
                    3, who) != 3)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
        (uint8_t *) buff,
        100, 340, 600,
        who)) != 73
        || buff[0] != '!' || buff[72] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc3 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else

```

```

        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
else
{
    sscanf (buff,
        "%f/%f/%f %f/%f/%f %f/%f/%f %f/%f/%f [%^r]",
        &out_data.g3.input_r, &out_data.g3.input_s,
        &out_data.g3.input_t, &out_data.g3.bypass_r,
        &out_data.g3.bypass_s, &out_data.g3.bypass_t,
        &out_data.g3.output_r, &out_data.g3.output_s,
        &out_data.g3.output_t, &out_data.g3.load_r,
        &out_data.g3.load_s, &out_data.g3.load_t);
    }
}
////////// GF //////////

if (out_data.comm_status == COMM_ALL_FINE)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who); // limpa o buffer da porta de serie

    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPS_RATING_INFO_GF],
        3, who) != 3)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
        (uint8_t *) buff,
        100, 340, 600,
        who)) != 73
        || buff[0] != '!' || buff[72] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc4 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else
        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
}
else
{
    sscanf (buff,
        "%uV/%uV %dP%dW %u %dV/%dV %dP%dW %d
        %uV/%dV %dP%dW %u %d %uKVA  [%^r]",
        (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_n,
        (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_p,
        (unsigned int *) &out_data.gf.rect_freq,
        (unsigned int *) &out_data.gf.output_voltage,
        (unsigned int *) &out_data.gf.output_freq,
        (unsigned int *) &out_data.gf.power_rating);
    }
}

////////// Q1 //////////

```



```

if (out_data.comm_status == COMM_ALL_FINE)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who); // limpa o buffer da porta de serie

    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPSSTAT_INQ_Q1], 3,
                    who) != 3)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
                                                (uint8_t *) buff,
                                                100, 340, 600,
                                                who)) != 47
            || buff[0] != '(' || buff[46] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc5 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else
        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
    else
    {
        sscanf (buff, "!%uV/%uV %*dP%*dW %u %*dV/%*dV %*dP%*dW
        %*d %uV/%*dV %*dP%*dW %u %*d %uKVA  [^\r]",
                (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_n,
                (unsigned int *) &out_data.gf.rect_voltage_p_p,
                (unsigned int *) &out_data.gf.rect_freq,
                (unsigned int *) &out_data.gf.output_voltage,
                (unsigned int *) &out_data.gf.output_freq,
                (unsigned int *) &out_data.gf.power_rating);
        out_data.q1 = parse_data_q1 (buff);
        for (i = 0; i < rc; i++)
        {
            printf ("%c:", buff[i]);
        }
        printf ("\n");
    }
}

//////////////////////////////// I //////////////////////////////////
if (out_data.comm_status == COMM_ALL_FINE)
{
    mc_flush_rs (fplog, fd_ups, who); // limpa o buffer da porta de serie
    strcpy (buff, " ");

    if (mc_write_rs (fplog, fd_ups, cmd_req[CMD_UPS_INFO_I], 2, who)
        != 2)
    {
        out_data.comm_status = COMM_FRAME_WRITE_ERROR;
    }
    else if ((rc = mc_continuous_read_rs_timeout (fplog, fd_ups,
                                                (uint8_t *) buff,
                                                100, 250, 600,
                                                who)) != 39

```

```

        && buff[0] != '!' && buff[38] != '\r')
    {
        log_printf (fplog, LOG_ERROR, "rc6 = %d", rc);
        if (rc == -2)
        {
            out_data.comm_status = COMM_TIME_OUT;
        }
        else
        {
            out_data.comm_status = COMM_FRAME_READ_ERROR;
        }
    }
    else
    {
        for (i = 0; i < rc; i++)
        {
            printf ("%c:", buff[i]);
        }
        printf ("\n");
        //sscanf(buff, "[%s^[^\\r]", out_data.i.version);
        memcpy (out_data.i.version, buff + 17, 6);
        out_data.i.version[6] = '\0';
    }
}
return out_data;
}
void imprime_cabec (void)
{
    printf ("*****\n");
    printf ("** Item Command Description **\n");
    printf ("** 1 G0 Scan UPS **\n");
    printf ("** 2 G1 UPS real time data **\n");
    printf ("** 3 G2 UPS status inquiry **\n");
    printf ("** 4 G3 UPS real time data for 3 phas **\n");
    printf ("** 5 GF UPS rating information **\n");
    printf ("** 6 Q1 Status inquiry **\n");
    printf ("** 7 Q Turn on/off beep **\n");
    printf ("** 8 S Shut down **\n");
    printf ("** 9 C cancel shut down **\n");
    printf ("** 10 I ups information command **\n");
    printf ("** 11 F UPS rating information **\n");
    printf ("*****\n");
    ;

    return; /* retorno de uma função void */
}

main (void)
{
    FILE *fplog;
    unsigned int log_level = LOG_INFO, cnt = 0;
    int fd_meter;
    char *who = "RS232";
    ups_info_t ups;
    ups_info_shut ups_shut;
    fcntl (0, F_SETFL, fcntl (0, F_GETFL) | O_NONBLOCK);
    fplog = log_start ("Meter Test", log_level, 0);

    if (fplog == NULL)

```

```

{
    fprintf(stderr, "Meter Test no log.\n");
}

fd_meter = mc_open_rs (fplog, "/dev/ttyUSB0", B2400, who);
if (fd_meter <= 0)
{
    log_printf (fplog, LOG_ERROR, "%s: Error opening meter", who);
    return -1;
}
cnt++;

while (1)
{
    //imprime_cabec();
    mc_sleep_ms (fplog, 500);

    ups = get_ups_info (fplog, fd_meter, "MAIN");
    if (ups.comm_status == COMM_ALL_FINE)
    {
        printf ("UPS temperature %0.1f\n", ups.g1.ups_temp);
        printf ("Output Frequency %0.1f\n", ups.g1.out_freq);
        printf ("UPS status flag %u\n", ups.g2.rectifier_status);
        printf ("voltage L1 %0.1f \n", ups.g3.output_r);
        printf ("voltage L2 %0.1f \n", ups.g3.output_s);
        printf ("voltage L3 %0.1f \n", ups.g3.output_t);
        printf ("load L1 %0.1f \n", ups.g3.load_r);
        printf ("load L2 %0.1f \n", ups.g3.load_s);
        printf ("load L3 %0.1f \n", ups.g3.load_t);
        printf ("rect voltage_ph_n %u\n", ups.gf.rect_voltage_p_n);
        printf ("rect voltage_ph_ph %u\n", ups.gf.rect_voltage_p_p);
        printf ("freq %u\n", ups.gf.rect_freq);
        printf ("out voltage %u\n", ups.gf.output_voltage);
        printf ("out freq %u\n", ups.gf.output_freq);
        printf ("power %u\n", ups.gf.power_rating);
        printf ("ups status flag q1 %u\n", ups.q1.rectifier_status_q1);
        printf ("version %s\n\n", ups.i.version);

    }
    else
    {
        printf ("Communication error (%u)\n\n",
                ups.comm_status);
    }
    mc_sleep_ms (fplog, 500);

    if ((getchar ()) == '8')
    {
        printf ("\nshutdown\n");
        ups_shut = get_ups_shutdown (fplog, fd_meter, "MAIN");

    }
    else if ((getchar ()) == '9')
    {
        get_beep (fplog, fd_meter, "MAIN");
        mc_sleep_ms (fplog, 500);
        printf ("\nturnoffbeep\n");

    }
    else if ((getchar ()) == '7')

```

```
        {  
            printf ("\nshut and restore\n");  
            get_ups_shut_restore (fplog, fd_meter, "MAIN");  
        }  
  
        //fseek (stdin, 0, SEEK_END);// limpa o buff do teclado  
    }  
    mc_close_rs (fplog, fd_meter);  
    return 0;  
}
```